This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06275255 9

TPHR

PER

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE ZU BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. ÖKON. U. D. STAATSW. GES. ZU LEIPZ. U. D. GESS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU BERLIN U. ZU MÜNCHEN; UND DER KÖNIGL. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBEN UND VIERZIGSTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1814.

ANNALEN

DER

PHYSIK,

NEUE FOLGE.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GES. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GES. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. ÖKON. U. D. STAATSW. GES. ZU LEIPZ. U. D. GESS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. AKADEMIEEN DER WISS. ZU BERLIN U. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

SIEBZEHNTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1814.

Inhalt.

Jahrgang 1814. Band 2.

Erſtes Stück.

I. Theorie der Flüſſigkeit und Feſtigkeit, und Beziehung derſelben auf Electricitäts-Erregung und auf Begründung chemiſcher Erſcheinungen; in drei Abhandlungen, vom Profeſſor Link zu Breslau Seite 1

1) Ueber die Flüſſigkeit 1

2) Ueber Feſtigkeit und Electricitäts-Erregung 18

3) Chemiſche Erſcheinungen, gegründet auf die Theorie der Flüſſigkeit und Feſtigkeit 26

II. Ueber einen neuen detonirenden Körper, von Dulong in Paris; ein Bericht der Herren Thenard und Berthollet 43

Zuſatz. Einige hiſtoriſche Notizen, und vorläufige Nachricht von Sir Davy's Arbeiten über dieſe detonirende Verbindung 49

III. Ueber die detonirende Verbindung von Chlorine mit Stickſtoff, von den HH. Porret, W. Wilſon und Rup. Kirk in London 55

Fortſetzung dieſer Unterſuchungen 69

IV. Unterſuchungen über den kryſtalliſirten Arſenikkies oder Mispickel von Freyberg in

Sachſen, von Stromeyer, Prof. d. Chem. zu Göttingen, und Auszug aus einem Briefe von ihm an den Prof. Gilbert, über das Schwefel-Eiſen, das Harzer Bleiglas, und den Arragonit Seite 84

V. Dr. Chladni's vergebliche Bemühungen, verſchiedene ältere Meteorſteine aufzufinden, nebſt einigen ihn ſelbſt betreffenden Nachrichten 96

VI. Notizen über einen bei Augsburg im J. 954 herabgefallenen Meteorſtein, von A. W. Schlegel, kronprinzl. Schwed. Kabinets-Secretair 105

VII. Höchſt merkwürdige Cur durch Electricität in ſehr kurzer Zeit bewirkt, beſchrieben von dem Dr. Thieri, Prof. zu Brüſſel 108

Zweites Stück.

I. Beobachtungen über die Abſorption der Gasarten durch verſchiedene Körper, von Theodor von Sauſſure, in Genf 113

Erſter Abſchnitt: Verdichtung unvermiſchter Gasarten durch feſte Körper 115

Gröſse der Abſorption durch Kohle 115
Einfluſs des Waſſers 120
Frei werdende Wärme 123
Einfluſs des barometriſchen Drucks 124
Alle poröſe Körper verſchlucken Gas 129
Einfluſs von Verwandtſchaft, Elaſticität und Poroſität 139

Zweiter Abſchnitt: Gleichzeitige Abſorption mehrerer Gaſe durch einen feſten poröſen Körper — Seite 145
durch Kohle 146
durch andre feſte Körper 159
Dritter Abſchnitt: Abſorption der Gasarten durch Flüſſigkeiten 163
Dalton's Theorie 163
Abſorption unvermiſchter Flüſſigkeiten 165
Einfluſs der chemiſchen Verwandtſchaft 168
Einfluſs der Klebrigkeit und des ſpecif. Gewichts 171
Einfluſs des barometriſchen Drucks 176
Gleichzeitige Abſorption mehrerer Gasarten durch Waſſer 177
Zuſatz. Verfahren 181

II. Geognoſtiſche Beſchreibung des Erdpech-Sees auf der Inſel St. Trinidad in Weſtindien, von Dr. Nugent in London 184

III. Beſchreibung der Schwefelgrube auf der Inſel Montſerrat in Weſtindien, von Dr. Nugent 194

IV. Pyroxenfels, eine neue Gebirgsart in den Pyrenäen, beſchrieben von Joh. von Charpentier aus Sachſen 201

V. Auszug aus einem Briefe des Prof Brandes in Breslau an den Herausgeber, über Böckmann's Unterſuchungen der Wärmeleitung, Parrots-Theorie der Beugung des Lichtes und der farbigen Ringe, und von Sternſchnuppen 209

VI. Catalog von optiſchen, mathematiſchen und phyſikaliſchen Inſtrumenten, welche in C. H. Pistor's Werkſtatt verfertigt, und zu den beigeſetzten Preiſen verkauft werden, in Berlin, Mauerſtraſse No. 34. 219

Drittes Stück.

I. Verſuch über die Metalle des Kali- und des Natron, und über das Kalium-Waſſerſtoffgas, von dem Dr. Sementini, Prof. d. Chemie zu Neapel; frei ausgezogen von Gilbert Seite 225

II. Ueber den Homberg'ſchen Pyrophorus, von dem Dr. Coxe, Prof. d. Chemie zu Philadelphia 234

III. Unterſuchungen über die ungewöhnliche Strahlenbrechung, welche zuweilen nahe am Horizonte Statt findet, von Biot, Mitgl. d. franz. Inſt. u. Adj. d. Läng. Bür. Frei bearbeitet von Brandes, Prof. d. Mathem. zu Breslau 237

Einleitung 239

1) Unterſuchung über die Bahn, welche ein Lichttheilchen in einem durchſichtigen Mittel durchläuft, das aus ebenen und parallelen Schichten von ungleicher Brechungskraft beſteht. 248

Betrachtung des *erſten* Aſtes der Trajectorien (Bahnen der Lichtſtrahlen); Beſtimmung der Lage der Minima deſſelben bei verſchiedenen Neigungen 254

Verfahren, um die Trajectorien der Lichtſtrahlen vollſtändiger zu zeichnen 269

Lage der niedrigſten Stellen der Trajectorien in Rückſicht auf die horizontale Entfernung 262

Betrachtung des *zweiten* Aſtes der Trajectorien; Beſtimmung ihrer Durchſchnittspuncte 274

Beſtätigung der Reſultate der theoretiſchen Lehren durch Beobachtungen der HH. Biot und Mathieu zu Dünkirchen 282

2) Beantwortung der Frage: ob die Gränzcurve (*Cauſtica*) mehr als einen Aſt haben kann?

und Erklärung des Erſcheinens mehrerer auſſerordentlicher Bilder Seite 290
Erſter ſpecieller Fall 291
Zweiter ſpecieller Fall 301

IV. Anfrage über die Art, die neuere Analyſis zu ſtudiren, von einem ungenannten Engländer, und Antwort darauf von Nicholſon 314

V. Programm der Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Harlem auf das Jahr 1814 316

Viertes Stück.

I. Neue Verſuche über die Salzſäure und die oxygenirte Salzſäure mit Hülfe der Electricität angeſtellt, von Will. Henry, M. D. zu Mancheſter 337

II. Erfahrungen über die Heitzung von groſſen Werkſtätten, öffentlichen Gebäuden und Privat-Wohnungen mit Waſſerdampf, vom Civil-Ingenieur Buchanan zu Glasgow 348
Gröſse des Keſſels, dem zu heitzenden Luftraume entſprechend 348
Gröſse der Röhrenflächen 352
Materie und Oberfläche der Röhren 355
Anordnung der Röhren 356
Anlagen in verſchiednen Gebäuden 359

III. Unterſuchungen über die ungewöhnliche Strahlenbrechung, welche zuweilen nahe am Horizonte Statt findet, von Biot, Mitgl. d. Läng. Bür. u. d. fr. Inſt.: frei bearbeitet von Brandes, Profeſſor d. Mathem. zu Breslau. *Zweite Hälfte* 366

3) Unterſuchungen über die Bahnen der Lichtſtrahlen (Trajectorien) und ihre Gränzcurven, mit Rückſicht auf die Krümmung der Erde S. 366
Beobachtungen über die ſcheinbare Tiefe des Seehorizonts, angeſtellt zu Dünkirchen, verglichen mit der Theorie 372
Folgerungen aus ihnen 382
Anwendung auf einige Beobachtungen ungewöhnlicher Refractionen von Cook, Delambre, Sauſſure, v. Humboldt und auf *Nova Zembla* 386
Beſtimmung der Geſtalt der Gränzcurve 398
Umgekehrter Fall 402
4) Bemerkungen über Le Gentil's Beobachtungen an der auf- und untergehenden Sonne, und über Vince's Beobachtungen dreier Bilder 408
5) Verhältniſſe der Abmeſſungen der Bilder nach Beobachtungen zu Dünkirchen; Erklärung des Schwebens mit und ohne umgekehrte Bilder 423
Theoretiſche Erklärungen 436
6) Scheinbare Vervielfachung des Horizontes ſelbſt 439

IV. Beobachtungen über die irdiſche Strahlenbrechung, von Dangos, angeſtellt zu Malta 442

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1814, FÜNFTES STÜCK.

I.

Theorie der Flüſſigkeit und Feſtigkeit; und Beziehung derſelben auf Electricitäts-Erregung und auf Begründung chemiſcher Erſcheinungen;

in drei Abhandlungen

von

G. F. Link, Prof. d. Chem. u. Botan. zu Breslau

1.

Ueber die Flüſſigkeit.

Man könnte die philoſophiſchen Phyſiker, welche ſich bemüht haben, den Urſprung der Dinge zu erklären, in zwei Klaſſen abtheilen. Einige leiten alles aus einer urſprünglichen Flüſſigkeit her, andere hingegen aus feſten, mannigfaltig und urſprünglich gebildeten Theilchen. Die erſtere Meinung iſt ſo alt, daſs ſich ihr Urſprung in der Geſchichte verliert, und nur eine ungewiſſe Tradition

giebt Thales als den Erfinder derſelben an; die andere mag ebenfalls älter ſeyn, als Leukipp, wenn auch der Phönicier Moſchos oder Mochos eine fabelhafte Perſon iſt. Dieſer letztern Meinung ſind jederzeit die Mathematiker zugethan geweſen; die Linien und Körper, woraus und womit ſie conſtruiren, werden als feſt betrachtet, und viele Phyſiker können ſich die Körper gar nicht anders denken, als aus feſten Theilen zuſammengeſetzt, ungeachtet ſie verſichern keine Atomiſten zu ſeyn. Ich will den Verſuch machen, den entgegengeſetzten Weg zu betreten.

Das *Flüſſige* iſt das Bildſame, das *Feſte* hingegen das Gebildete. So drücken wir den Unterſchied in der Idee aus. Aber wir wollen die Idee auf den Begriff, auf ein beſtimmtes und ſicheres Merkmal bringen. Dieſes Merkmal iſt unſtreitig die Verſchiebbarkeit der Theilchen. Ein *flüſſiger* Körper iſt derjenige, deſſen Theile ſich durch eine geringe bewegende Kraft an einander verſchieben laſſen, ein *feſter* Körper ein ſolcher, deſſen Theile nur durch gröſsere Kräfte an einander verſchoben werden. Nach dieſer Beſtimmung, welche wir ſchon bei Newton, Graveſande, Muſſchenbroek und Segner finden, gehen die feſten Körper in die flüſſigen über, und umgekehrt. Was iſt nun die Urſache der Flüſſigkeit?

Nachdem man die Carteſianiſche Meinung von einer Bewegung der kleinſten Theilchen in den flüſſigen Körpern faſt allgemein verworfen hatte,

gab man die anziehende Kraft als den Grund dieſer Erſcheinungen, und *geringe Cohäſion* als die Urſache der Flüſſigkeit an. Hiervon war man ſo ſehr überzeugt, daſs dieſe Urſache ſogar zur Definition gebraucht wurde; man nannte die flüſſigen Körper ſolche, welche eine ſehr geringe Cohäſion haben. Es iſt allerdings richtig, daſs die flüſſigen Körper einen geringern Zuſammenhang haben, als die feſten, ſo weit wir die letztern kennen; aber darum iſt ihr Zuſammenhang nicht ſo gar gering, und das Weſentliche der Flüſſigkeit beſteht nicht in dieſem Umſtande. Wir werden einen Haufen Sand noch nicht einen flüſſigen Körper nennen, weil er noch nicht zu einer vollkommenen Horizontalfläche ſich verbreitet, ob er ſich gleich in dieſer Rückſicht der Flüſſigkeit nähert; und doch iſt ſein Zuſammenhang viel geringer, als der Zuſammenhang der flüſſigen Körper. Ich hing eine runde *Chalcedonplatte* von 10,2 Linien alten Pariſer Maaſses im Durchmeſſer an eine ſcharfziehende Wage ins Gleichgewicht, benetzte ſie mit reinem *Waſſer*, und lieſs ſie herab auf einen *Sandhaufen*. Sie wurde darauf durch ein Gewicht abgeriſſen; ſie führte von dem anklebenden Sande mit ſich, aber das Gewicht, welches dieſem anklebenden Sande das Gleichgewicht hielt, war vollkommen hinreichend, um das Abreiſsen zu bewirken. Die Sandkörner zeigten alſo keine bedeutende Cohäſion mit einander. Ganz anders war aber der Fall, wenn dieſe Platte auf einen *flüſſigen* Körper herabge-

ſenkt wurde. Dann gehörte ſtets ein nicht unbeträchtliches Gewicht dazu, um die Platte los zu reiſsen, auch wurde ſie benetzt losgeriſſen; ein Beweis, daſs nicht die Adhäſion allein, ſondern auch die Cohäſion aufgehoben war. Ich habe dieſe Verſuche mit verſchiedenen flüſſigen Körpern gemacht, und folgende Reſultate gefunden.

Die Chalcedonplatte riſs ab von:	ein Gewicht von:
reinem Waſſer durch	25 Gran Med. Gew.
Schwefelſäure (ſpec. Gew. = 1,803)	29 —
Salzſäure (ſpec. Gew. = 1,408)	25 —
eſſigſaurer Blei-Auflöſung (geſättigt)	25 —
Salpeter-Auflöſung (geſ.)	23 —
Glauberſalz-Auflöſung (geſ.)	22 —
Kali-Auflöſung (ſp. Gew. = 1,216)	21 —
Mandelöhl	16 —
Steinöhl	16 —
Terpentinöhl	15 —
Alkohol (ſpec. Gew. = 0,840)	15 —
Alkohol (*abſoluter*)	15 —
Schwefeläther (ſehr reiner)	10 —

Die Temperatur der Luft und der Flüſſigkeit waren 12 Grad Reaum. über dem Thaupuncte.

Ich ſetze dieſe Verſuche hieher, weil ich ſie gar öft und zu verſchiednen Zeiten wiederholt und immer ſehr nahe dieſelben Reſultate gefunden habe, wenigſtens was die Säuren, Kali, Waſſer, Alkohol Aether und die Oehle betrifft. Sechs bis 8 Grade Unterſchied in der Temperatur zeigten mir noch keinen bedeutenden Einfluſs. Allerdings iſt es nicht leicht das Gewicht zu treffen, wobei die Platte ſich löſet, und es ſind dazu viele Wiederholungen deſſelben Verſuchs nöthig, aber mit einiger Sorgfalt

und Geduld bringt man es bald zu einem beſtändigen Reſultate. Noch muſs ich erinnern, daſs die Chalcedonplatte kegelförmig, und daſs ſie ſehr genau im Mittelpuncte aufgehängt war. Das Letzte läſst ſich nur bei einem abgeſtumpften umgekehrten Kegel mit aller Genauigkeit erhalten.

Verſuche dieſer Art ſind ſchon von mehrern Phyſikern angeſtellt worden, unter denen ich nur Achard, Guyton-Morveau und Bugge nennen will *). Die Verſuche von Achard ſind äuſserſt zahlreich, aber Morveau tadelt nicht ganz mit Unrecht die Auswahl. Achard glaubt nur die Grade der Adhäſion gefunden zu haben, denn die Cohäſion, meint er, könne nicht allein die Unterſchiede hervorbringen, weil ſonſt daraus folgen würde, daſs die Cohäſion der fetten Oehle ſtärker ſey, als der wäſſerigen Flüſſigkeiten. Aber dieſer Umſtand verdiente näher unterſucht zu werden; es war eine vorgefaſste Meinung, daſs die Flüſſigkeit von der Cohäſion abhänge. Morveau's Verſuche betreffen meiſtens das Anhängen der Metallplatten an Queckſilber, und ſind ſehr merkwürdig in anderer Rückſicht. Er meint, daſs man die Unterſchiede der Adhäſion und nicht die der Co-

*) Chemiſch-phyſiſche Schriften, Berl. 1780. S. 354. Guyton-Morveau's Grundſätze der chemiſchen Affinität oder Wahlanziehung, überſ. von S. F. Hermbſtädt, Berl. 1794. 1. Abſchn. Bugge Verſ. über das Zuſammenhängen mit flüſſigen Körpern, in den Schriften der phyſik. Klaſſe d. däniſch. Geſellſch. d. Wiſſenſch. 2. B. 2. H. S. 249. L.

häſion durch ſolche Verſuche finde, denn ſonſt laſſe ſich nicht begreifen, warum verſchiedene feſte Platten auch verſchiedne Gewichte erfordern, um von einer und derſelben Flüſſigkeit abgeriſſen zu werden. Guyton-Morveau leitet dieſes ſelbſt von der Geſtalt der kleinern Theilchen des feſten Körpers her; man könne ſich vorſtellen, ſagt er, als ob bald mehr bald weniger Faden oder Säulen der Flüſſigkeit an den feſten Körpern hängen blieben. Nennt er dieſes Mehr oder Weniger Grade der Adhäſion, ſo hat er Recht, und durch Verſuche mit einer und derſelben Flüſſigkeit angeſtellt, wobei die Cohäſion dieſelbe bleibt, laſſen ſich dieſe Grade finden. Nimmt man aber für alle Verſuche denſelben feſten Körper, ſetzt man alſo die Adhäſion gleich, ſo findet man offenbar die Grade der Cohäſion, ſobald die Platte benetzt bleibt, denn hier werden die Säulen der Flüſſigkeit zerriſſen.

Man könnte ſagen, die Nähe des feſten Körpers erhöhe oder vermindre die Cohäſion des flüſſigen. Dieſes iſt richtig; doch kann dieſes nur bis auf eine gewiſſe, nicht ſehr weite Entfernung gehen. Im erſten Falle würde die flüſſige Säule an der Stelle der ſchwächſten Cohäſion, d. h. der natürlichen dem Körper eigenthümlichen, reiſsen. Im zweiten Falle würde allerdings die Gröſse der natürlichen Cohäſion auf dieſem Wege nicht gefunden. Es ſchien mir wichtig, dieſen Umſtand näher zu prüfen.

Ich breitete eine Schicht von einer Flüſſigkeit auf einer Platte aus, und verſuchte dann die Chal-

cedonplatte davon abzureiſsen. Hier wurde ein weit gröſsers Gewicht erfordert, als wenn ſie von der Flüſſigkeit in Maſſe losgeriſſen wurde. Die Erfolge waren dieſe:

Die *Chalcedonplatte* riſs ab von

Waſſer durch 25 Gr.; und als es ausgebreit. war auf Glas, durch 146 Gran. Zink — 45 —

Bleizucker-Auflöſung durch 25 Gran; und als ſie ausgebreit. war auf Glas, durch 67 Gran. Zink — 80 —

Salpeter-Auflöſung durch 23 Gran; und als ſie ausgebr. war auf Glas, durch 45 Gran. Zink — 51 —

Glauberſalz-Auflöſung durch 22 Gr.; und als ſie ausgebr. war auf Glas, durch 45 Gran. Zink — 54 —

Eine runde *meſſingene Platte* gerade von zwei Zoll im Durchmeſſer, centriſch aufgehängt, riſs ab von

Waſſer durch 214 Gran; und von demſelben, als es ausgebreitet war auf Glas, durch 475 Gran. Zink — 920 — Kupfer — 1000 —

Ich muſs bemerken, daſs es hier äuſserſt ſchwer iſt, auf genaue Reſultate zu kommen, daſs aber der Ausſchlag im Ganzen deutlich genug war.

Unbekannt ſind ſolche Verſuche nicht, aber noch ſelten erörtert. Muſſchenbroek und andere ſagen, um zu finden, wie ſtark die Adhäſion zweier Metallcylinder ſey, ſolle man etwas Talg dazwiſchen ſchmieren; aber daſs man hier beim Verſuche die durch Adhäſion vermehrte Cohäſion finde, davon erwähnt er nichts. Parrot nimmt auf Verſuche dieſer Art Rückſicht, und ſchreibt den Erfolg einem Verſchieben der Waſſerſäulen zu, welches zwiſchen zwei feſten Körpern nicht Statt finde. Er ſagt: „Hier (wenn eine Platte von einer

grofsen Maſſe abgezogen wird) „folgte bei der Hebung der Platten eine Schicht nach der andern in die Höhe, bis die Anzahl dieſer Schichten eine ſolche Höhe erreichte, daſs die Theilchen von den Rändern der Platten ab nach den innern Waſſertheilen herabflieſsen konnten. — Im Verſuche mit zwei Platten kann dieſes nicht Statt finden, ſondern die ſehr geringe Dicke der Schichten zwingt die Waſſertheile zu einer völligen plötzlichen Trennung *)." Aber es iſt ja nicht die Adhäſion, welche aufgehoben wird, ſondern die Cohäſion; das Waſſer flieſst von den Platten nicht gegen die Mitte der erhobenen Säule, und wenn dieſes geſchähe, müſste ja da, wo ſie reiſst, die Cohäſion ſtärker ſeyn, als am Rande der Platten. Ueberdieſs iſt ein Schwanken der Platten und ungleiches Abreiſsen weit ſchwerer bei zwei Platten zu verhüten, als bei einer; hier bleiben auch beim Schwanken die Seiten der Platten in der Flüſſigkeit, dort ſchlagen ſie gegen einander, ſpringen ab, und zerreiſsen dadurch die Waſſerſäule früher an einer Seite, als an der andern. Dieſes iſt augenſcheinlich. Mir iſt es äuſserſt ſchwer geworden, bei der Nähe zweier Platten die Flüſſigkeit gleichförmig zu zerreiſsen. Die Anziehung der Platten zu einander kömmt nicht in Betrachtung; in der Entfernung, welche die Dicke der Waſſerſchicht beträgt, iſt ſie nicht merklich, und immer iſt es doch die Cohäſion des flüſſigen Körpers, welche aufgehoben wird.

*) Grundriſs der theoretiſchen Phyſik. 1. Th. S. 70.

Aus dieſem Verſuche folgt alſo, daſs ein Körper in dem andern *Cohäſions-Veränderungen* hervorbringen könne. Erregen möchte ich ſagen, denn die Cohäſion iſt etwas Inneres, weil ſie nur durch ein ſehr kleines Quantum von Materie hervorgebracht wird, da ſie ſich faſt gar nicht in die Ferne erſtreckt. Es iſt dieſes eine ſehr merkwürdige Erſcheinung, welche zeigt, daſs die Körper auf einander weit mehr einwirken, als wir ihnen zutrauen. Die Cohäſions-Veränderung mag immerhin in der Verſchiebbarkeit der Theilchen liegen, ſie mag daher kommen, daſs die Waſſerfäden ſich leicht oder weniger leicht an einander hin bewegen, und ſo zugleich oder einzeln reiſsen, aber dieſe Veränderung iſt nicht blos mechaniſch, wie ſo eben gezeigt wurde, ſondern auch chemiſch, wie die Stärke des Zuſammenhangs bei Zink und Bleizucker beweiſt, wo eine Zerſetzung vorgeht.

Bugge's Abhandlung kann ich jetzt nicht zur Hand bekommen. Ich habe mir daraus angemerkt, daſs die Adhäſion mit der Fläche zunehme, aber nicht in geradem Verhältniſſe, ſondern daſs kleine Flächen mehr adhäriren, daſs Wärme ſie mindere, wenigſtens beim Glaſe. Auch ſehe ich, daſs ſeine Verſuche mit Glas und Blechplatten über Waſſer und Queckſilber angeſtellt ſind. Wiefern er die Verſuche, bei denen Adhäſion allein wirkt, von denen geſchieden hat, wobei auch Cohäſion wirkt, kann ich nicht ſagen.

gen oder aus Bläschen beſtehen. Die ſichtbaren Bläschen des Dampfes ſprechen dafür.

Die *Wärme* hat groſsen Einfluſs auf die Cohäſion. Bei 34° R. fand ich das ſpecif. Gewicht des Waſſers = 0,948, und die Cohäſion nur = 23,5. Nähme ſie mit der Dichtigkeit ab, ſo müſste ſie = 23,7 gefunden werden; ein ſo unbedeutender Unterſchied, daſs er bei dieſen Verſuchen für nichts gilt. Wenn Dämpfe von der Flüſſigkeit in Menge aufſtiegen, fand ich die Cohäſion ſehr vermindert. Aber es iſt ſehr ſchwer, dieſe Verſuche mit Genauigkeit anzuſtellen, wenn ſich nicht der ganze Apparat in derſelben Wärme befindet, deren Einfluſs man prüft.

Zur Flüſſigkeit wird alſo völlige Gleichheit der Anziehungen erfordert, wechſelſeitiges Aufheben derſelben nach allen Seiten. Im Innern des flüſſigen Körpers kann dieſes ſehr wohl Statt finden, wo jedes Theilchen von allen Seiten mit andern Theilchen umgeben iſt, aber nicht an der *Oberfläche*. Dort werden die Theile nach dem Innern der Maſſe ganz anders gezogen, als nach aufsen. In der erſten Zeit muſs das Theilchen *c* (Fig. 1) zwiſchen *a* und *b* leicht verſchiebbar ſeyn; iſt es aber in eine Lage wie *c* (Fig. 3) gekommen, ſo wird es nach *a* und *b* wieder zurückgezogen, und es äuſsert ſich ein Widerſtand, ſobald dieſer nicht durch andere Theilchen über *c* aufgehoben wird. An der Oberfläche findet alſo ein Unterſchied der Anziehungen, ein

Hinderniſs der gänzlichen Verſchiebung, und folglich ein Grad von Feſtigkeit Statt.

Ein ſchon alter Verſuch beſtätigt dieſes auf eine ſehr auffallende Weiſe. Petit bemerkte zuerſt, daſs eine ſtählerne Nadel ohne Knopf, behutſam auf das Waſſer gelegt, nicht unterſinke, dieſes aber ſogleich geſchehe, als man die Nadel eintaucht. Man hat dieſe Erſcheinung durch kleine Luftblaſen erklärt, welche der Nadel anhängen und ihr Gewicht vermindern; ein Nothbehelf, weil man dieſe kleinen Luftblaſen nicht gewahr wird. Indeſſen widerlegen die Verſuche des Grafen von Rumford jene Behauptung geradezu *). Er lieſs zarte Körper, eine ſehr kleine Nähnadel, Zinnſtaub, Queckſilberkügelchen durch Aether fallen, welchen er auf Waſſer gegoſſen hatte, und ſie blieben doch auf der Oberfläche des Waſſers liegen. Hier muſsten die Luftblaſen jene Körper eben ſowohl verlaſſen, als beim Eintauchen in das Waſſer. Graf von Rumford erklärt dieſe Erſcheinungen durch eine Haut, welche ſich auf der Oberfläche des Waſſers befindet, und in ſo fern richtig, als eine Haut nichts anders heiſsen kann, als eine Schicht von weniger flüſſigem Waſſer. Die Verſuche, wie ſie Graf von Rumford anſtellt, erfordern einige Behutſamkeit; ſie ſind aber äuſserſt leicht, wenn man eine Schicht *Steinöhl* auf Waſſer gieſst. Stückchen Stanniol, 4 Linien lang und 1

*) Gilbert's Annalen B. 25. S. 121.

Linie breit, fallen ſchnell durch das Steinöhl herab und bleiben auf dem Waſſer liegen; kleinere Stückchen kann man ohne alle Vorſicht durch das Steinöhl werfen, ſie werden doch auf dem Waſſer ruhen. Gießt man auf Waſſer eine Schicht *Terpentinöhl*, und darauf eine Schicht *Steinöhl*; ſo ſinken die Stanniolblättchen durch beide Oehle und bleiben auf der Oberfläche des Waſſers liegen. Gießt man aber Weingeiſt auf Waſſer und darüber Steinöhl, ſo ſinken die Blättchen durch das Waſſer bis zum Boden des Gefäſses. Dieſer Verſuch iſt entſcheidend. Man ſieht, daſs nicht das ſpecifiſche Gewicht an ſich, ſondern die Trennung der Oberfläche, welche bei dem Waſſer und Weingeiſt wegen ihrer Verbindung mit einander nicht Statt findet, Erſcheinungen dieſer Art hervorbringe.

Es widerlegt dieſer Verſuch ebenfalls diejenigen, welche ſagen wollten, um die Nadel verdichte ſich eine Schicht von Luft, nicht eben in Luftblaſen, ſondern in Maſſe, oder eine Schicht von Aether und Oehl, welche mache, daſs der Körper ſchwimme. Doch dieſes wird auch durch folgende Beobachtung widerlegt. Wenn die Oberfläche des Waſſers zerreißt, ſo führt das Stanniolblättchen eine ſichtbare Schicht von Steinöhl mit ſich nieder, und dieſe Schicht iſt doch nicht im Stande, es unter der Oberfläche des Waſſers ſchwimmend zu erhalten, wenn man es auch behutſam unter dieſelbe bringt. Richtig iſt es allerdings, daſs die Körper eine Schicht von Flüſſigkeit um ſich her verdichten.

Des Grafen von Rumford Verſuche, nach welchen Queckſilberkügelchen auf Queckſilber unter Aether zerflieſsen, unter Waſſer nicht, beſtätigen dieſes.

Parrot erklärt dieſe Erſcheinungen ebenfalls aus einem Unterſchiede der Anziehungen *). Er fragt noch, warum die Adhäſion des Waſſers zum ſchwimmenden Körper hier nicht in Anſchlag zu bringen ſey, und antwortet, man müſſe jene Verdichtung der Flüſſigkeit um demſelben erwägen. Allerdings hat dieſe groſsen Einfluſs. Aber man muſs auch bedenken, daſs nicht die Stelle der Oberfläche, wo der Körper liegt, allein zerreiſse, ſondern auch auſser ihr andere. Denn indem der Körper ſinkt, drückt er eine Schicht Waſſer nieder, und erhebt eine andere daneben, welche gleichfalls die Oberfläche zerreiſsen muſs.

Die *Zähigkeit* oder *Dickflüſſigkeit* der Körper rührt nicht von einer gröſsern Cohäſion her, wie die Verſuche mit Gummi-Auflöſungen lehrten. Ohne Zweifel beruht ſie auf einer geringern Verſchiebbarkeit der Theilchen, auf einer ungleichen Anziehung derſelben. Darum ſchwimmen ſpecifiſch ſchwerere Körper in einer klebrigen Auflöſung, wie Gallusſaures Eiſen, in der Tinte. Könnten wir das ſpecifiſche Gewicht dieſer Stäubchen finden, ſo könnten wir dadurch die Gröſse der Klebrigkeit und umgekehrt die der Flüſſigkeit meſſen.

*) Grundriſs der theoret. Phyſik S. 338. 339.

In den Erinnerungen aus Lichtenberg's Vorleſungen über Phyſik *) finde ich etwas über die Meſſung der *Grade der Flüſſigkeit.* Er führt Le Monnier's Verſuche an, welcher die tropfbaren Materien aus einer Kugel, woran eine kleine Röhre ſich befand, flieſsen lieſs, und die Zeiten des Durchfluſſes maſs. Der Theorie nach iſt das Verfahren ſehr richtig; aber wie man in der Ausübung auf einige Genauigkeit kommen könne, begreife ich nicht. Das Mittel, die Flüſſigkeit durch die Gröſse der Tropfen zu meſſen, wird in jenen Vorleſungen nur kurz erwähnt; ich erinnere mich, daſs Lichtenberg davon umſtändlich handelte, und Verſuche darüber angeſtellt hatte, auch gern der Bemerkung nachgab, daſs das Tropfen aus einem Gefäſse unſicher ſey. Ein und derſelbe Glasſtab, den man in die Flüſſigkeit bis zu einer gewiſſen Gränze taucht, und von dem man die Tropfen abflieſsen läſst, ſchien mir ſchon damals genauere Reſultate zu geben. Offenbar kommen hier vier Umſtände zur Betrachtung. Erſtlich Adhäſion der Flüſſigkeit an das Glas; zweitens Verſchiebbarkeit der Theilchen, vermöge welcher der flüſſige Körper herabgleitet bis zur Spitze des Glasſtabes, oder der Grad der Flüſſigkeit; drittens Cohäſion des flüſſigen Körpers; viertens Gewicht der Tropfen, wodurch ſie ſich losreiſsen. Inſofern nun die Cohäſion durch das Gewicht des Tropfens aufgehoben wird, ſcheint es, als ob hier nur die Cohäſion allein

*) Herausg. von Gamauf. Wien 1808. S. 100 f.

durch das Gewicht gemeſſen werde. Aber die Theilchen bei *c, c* (Fig. 4) ziehen ſchief herab und wirken weniger, als wenn ſie an *a* hingen; es kömmt alſo ſehr auf die Verſchiebbarkeit an, ob die Theilchen herabgleiten bis *a* oder in *c* bleiben, und dadurch den Tropfen vergröſsern. Die Kleinheit der Tropfen hängt folglich von der gröſsern Verſchiebbarkeit oder Flüſſigkeit ab, und wird die letztere, wenn nicht das ſpecif. Gewicht zu verſchieden iſt, ziemlich genau angeben.

Einige Verſuche über die *Gröſse der Tropfen* ſchienen mir nicht ganz überflüſſig zu ſeyn. Man findet das Volumen bekanntlich, wenn man das abſolute Gewicht durch das ſpecifiſche dividirt. Aus reiner *Schwefelſäure*, deren ſpecifiſches Gewicht = 1,803 war, wurden 8 Tropfen mit einem Glasſtabe genommen, und aus reinem *Waſſer* mit ebendemſelben Glasſtabe, eben ſo tief eingetaucht, ebenfalls 8 Tropfen. Jene wogen 8 Gran Med. Gewicht; dieſe 7 Gran. Die Temperatur war + 8° R. Nimmt man die Gröſse des Waſſertropfens = 1, ſo iſt die Gröſse des Tropfens Schwefelſäure = 0,633. Acht Tropfen einer Auflöſung von *ſchwefelſaurem Kupfer*, deren ſpecif. Gewicht = 1,015 war, wogen 8 Gr.; die Gröſse eines Tropfens war alſo = 1,125. Acht Tropfen von friſchem *Mandelöhl* wogen 6½ Gran; die Gröſse des Tropfens war alſo = 1,055. *Waſſer* bis zu 34° R. erwärmt; hatte ein ſpecif. Gewicht = 0,948; und 8 Tropfen wogen nur 4½ Gran; die Gröſse des Tropfens war alſo = 0,678.

Vorzüglich möchten Verſuche über die Gröſse der Tropfen bei erhöhter Temperatur von Nutzen ſeyn.

Die Verſchiebbarkeit macht alſo den Hauptcharakter der flüſſigen Körper aus, und dieſe rührt wiederum von den gleichen Anziehungen innerhalb der flüſſigen Maſſe her. Eine Ungleichheit dieſer Anziehungen macht weniger verſchiebbare Theilchen, geringere Flüſſigkeit. Ohne jene Verſchiebbarkeit würden die Theilchen des flüſſigen Körpers ſich auch nicht ſo lange bewegen, bis ſie eine Horizontalfläche erreicht haben.

2.

Ueber Feſtigkeit und Electricitäts-Erregung.

Aus dem Vorhergehenden ſahen wir, daſs jeder flüſſige Körper an der Oberfläche einige Feſtigkeit zeigt. Man könnte nun bald auf den Gedanken kommen, daſs die Feſtigkeit nichts andres ſey, als eine Vermehrung der Oberflächen. Wirklich finden wir auch, daſs alle feſte Körper zuletzt aus Faſern und Blättchen beſtehen, die eben, weil ſie noch erkennbar ſind, nicht ganz dicht auf einander liegen müſſen. In dem dichteſten Holze ſieht das Mikroſkop noch Gefäſse und Zellgewebe, zarte Häute, welche deutlich von einander getrennt ſind, in denen man wiederum zarte Schichten von Häuten bemerkt. Die meiſten Mineralien haben ſogar einen ſichtbar verſchiedenen Durchgang der Blätt-

chen; dieſe durchkreuzen einander und halten ſich dadurch von einander ab. Die Mineralien mit eckigem und überhaupt unebnem Bruch zeigen deutlich von einander geſonderte Theilchen. Eiſen, Kupfer, Silber im reinſten Zuſtande beſtehen aus zarten Faſern; Zink, Zinn, Blei und Gold aus Blättchen. Kurz, man wird immer in dem innerſten Gefüge Trennungen und alſo auch Oberflächen antreffen. Der Widerſtand an der Oberfläche der flüſſigen Maſſe hat ſich vervielfältigt, und dieſer Umſtand allein macht ſchon Feſtigkeit. Wäre es möglich, die Faſern und Blättchen wiederum einander ganz zu nähern, welches aber wegen der durchgehenden und ſich kreuzenden Faſern und Blättchen, auch wegen der eingemengten Flüſſigkeiten, Luft u. ſ. w. nicht angeht, ſo würden wir die flüſſigen Körper wieder herſtellen.

Dieſe Theorie habe ich ſchon früher entwickelt, und der Herausgeber dieſer Annalen hat ſie einer Stelle in denſelben gewürdigt *). Später iſt mir eine kleine Schrift zu Geſicht gekommen, worin eine ganz ähnliche Theorie vorgetragen wird: Es iſt eine Abhandlung von Leidenfroſt **); ſonſt nicht unbekannt, aber gerade das, was hieher gehört, wurde von den Phyſikern überſehen. Leidenfroſt betrachtet eine Seifenblaſe; er findet

*) B. 25. S. 133.

**) *De aquae communis nonnullis qualitatibus Tract.* Duisburg. 1756; auch abgedruckt in ſeinen *Opuscul. medicis et physicis* T. I.

in ihr alle Eigenſchaften eines feſten Körpers, da ſie doch kurz vorher flüſſig war, und er ſchreibt dieſe Veränderung der ungleichen Anziehung zu, welche die geſonderten Oehl- und Kali-Schichten auf einander äuſsern. Aber jede dünne Schicht einer Flüſſigkeit an und für ſich würde ſchon feſt ſeyn.

Doch wir wollen noch weiter gehen. Man denke ſich eine feſte Linie, wie *AB* Fig. 5, woraus ein Theilchen verſchoben wird, und man nehme an, daſs die Anziehungen der Theilchen auf einander, ſowohl nach der Richtung *A* als nach der Richtung *B* gleich ſind, folglich ſich einander aufheben. In der erſten Zeit, beim Anfange des Verſchiebens, wird nun das Theilchen *ab*, (das man ſich übrigens von beliebiger Gröſse vorſtellen kann,) eben ſo leicht verſchiebbar ſeyn, als in einer flüſſigen Maſſe, und wirklich iſt die Linie, ſo betrachtet, noch flüſſig. Sobald aber das Theilchen *ab* aus der Linie verſchoben und in eine Lage wie Fig. 5 gekommen iſt, wird es nach *cc* zurückgezogen, und nun erſt wird der Widerſtand des Verſchiebens merklich. Hieraus folgt nun weiter, daſs wenn die Kraft, welche das Theilchen aus ſeiner Lage verſchiebt, einige Zeit hindurch dauert, und das Theilchen in ſeiner neuen Lage erhält, die Stücke der Linie, *cA*, *cB* dem Theilchen *ab*, wegen der Anziehung von *cc*, folgen müſſen, ſobald die Maſſe jener Stücke und die Geſchwindigkeit des Verſchiebens nicht gar zu groſs ſind. Kurz, die Linie *AB* zeigt ſich als *biegſam*. Es iſt hier nicht

von mathematiſchen Linien, ſondern von körperlichen die Rede, und die Anwendung auf dünne Blättchen iſt leicht.

Die Erfahrung beſtätigt dieſe Erklärung. Nur dünne Körper ſind biegſam, und in groſſen Maſſen hört die Biegſamkeit auf, weil die Theile eA, oB zu groſs werden, um den verſchobenen Theilchen folgen zu können. Auch die biegſamſten Körper laſſen ſich zerſchneiden. Durch eine mechaniſche Potenz entfernt man das Theilchen ab ſo ſchnell von den übrigen, daſs dieſe nicht folgen können. Endlich wird hieraus eine Erſcheinung klar, welche bei der gewöhnlichen Anſicht ganz unerklärbar iſt, wie nämlich ein hoher Grad der Cohäſion mit groſser Biegſamkeit verbunden ſeyn könne, wovon Platin- Eiſen- und Kupfer-Dräthe Beiſpiele geben. Das Verſchieben der Theilchen iſt nämlich bei gleichen noch ſo ſtarken Anziehungen der Theile im erſten Augenblicke ſehr leicht, weil die Anziehungen ſich aufheben, und hat Biegſamkeit zur Folge, die gänzliche Trennung hingegen, als Aufhebung des Zuſammenhangs, erfordert eine Kraft, welche gröſser iſt als dieſer Zuſammenhang.

Die Art, wie die Mathematiker die Bewegung geſpannter Saiten betrachten, kömmt mit dem, was hier geſagt wurde, ſehr überein. Die Wirkungen einer ſolchen Elaſticität laſſen ſich alle von der anziehenden Kraft herleiten. Es iſt wahrſcheinlich, daſs bei der Verlängerung der elaſtiſchen Linie die Theile wirklich von einander entfernt werden, w

doch nicht ſo weit, daſs ſie auſserhalb der Sphäre der Anziehung kommen. Aber das Beſtreben der Körper, ſich auszudehnen, iſt eine andere Elaſticität, und ohne Zweifel eine urſprüngliche Kraft.

Der Biegſamkeit iſt die *Zerbrechlichkeit* entgegengeſetzt. Daſs dieſe zuweilen von einem geringern Zuſammenhange herrühre, will ich nicht läugnen. Aber es giebt eine Zerbrechlichkeit, welche mit einer groſsen Härte verbunden iſt, wie wir an vielen Steinen, ſelbſt dem *Diamant*, dem *Glaſe* und andern Körpern wahrnehmen. *Gehärteter Stahl* wird zerbrechlicher mit Zunahme der Härte, und angelaſſener wird zäher und ſtärker, ſo wie ſeine Härte abnimmt. Am auffallendſten ſieht man dieſes an dem *weiſsen Topas* aus Braſilien, der mit einer ungemein groſsen Härte eine ſehr groſse Zerbrechlichkeit verbindet, und äuſserſt leicht zerſprengbar iſt. Umgekehrt gehört der *Meerſchaum* überhaupt, beſonders der von Vallecas in Spanien, zu den äuſserſt ſchwer zerſprengbaren Körpern, und doch läſst er ſich mit dem Meſſer leicht ſchaben. Muſſchenbroek führt dieſe Eigenſchaft beim Stahl an, und erklärt ſie aus der Zuſammenſtellung der Theilchen in mehrern Ordnungen. Der Grund würde weggefallen ſeyn, wenn er das, was beim Zerbrechen und beim Prüfen der Härte geſchieht, entwickelt hätte. Seine gröſsern Ordnungen der Theilchen ſind noch immer ſehr klein, wenn man ſie beim Ueberwinden der Härte wirklich trennt.

Beim Zerſprengen oder Zerbrechen der Körper ſtreben wir die Theile zu verſchieben. Wir legen einen Körper auf eine Unterlage und drücken ihn an den beiden freien Seiten nieder, oder an einer Seite, indem wir die andre in ihrer Lage feſthalten. Immer geſchieht die Aeuſserung der Kraft ſo, als ob die Unterlage ſenkrecht gegen die Länge des Körpers, den man zerbrechen will, bewegt werde, als ob man ſtrebe, Theile daraus zu verſchieben. Die Unterlage darf nicht ſcharf, ſondern muſs ſtumpf ſeyn, damit kein Einſchneiden geſchehe. Prüft man hingegen die Härte, ſo nimmt man zuerſt ſehr ſcharfe und ſpitzige Inſtrumente, um kleine Theile abzureiſsen, nicht blos zu verſchieben. Man giebt ferner dieſen Inſtrumenten keine ſenkrechte Richtung auf die Oberfläche, ſondern eine ſehr ſchiefe, damit man den Körper nicht zerbreche. Wer mit einem Feuerſtein ſtark auf eine dünne Glastafel drückt, zerbricht ſie, wer in ſchiefer Richtung den Stein fortbewegt, ſchneidet in ſie. Beim Zerbrechen werden alſo die Theile verſchoben, beim Schneiden entfernt; dort wird die Verſchiebbarkeit aufgehoben, hier der Zuſammenhang.

Gleichheit der Anziehungen würde bei dünnen Körpern nie Zerbrechlichkeit, immer Biegſamkeit zur Folge haben; gleich dünne Körper würden bei nur einigermaſsen ſtarkem Zuſammenhange gleich biegſam ſeyn, wie wir oben geſehen haben. Iſt aber die Anziehung ungleich, z. B. nach *A* zu, Fig. 6,

gröſser, als nach *B*, ſo wird das Theilchen *a b*, wenn man es zu verſchieben ſtrebt, ſich um *a* drehen, und eine Trennung bei *b*, ein Zerreiſsen, Zerbrechen die Folge ſeyn. Hier wird nur die Differenz der Anziehungen bei *a* und *b* aufgehoben, denn das Gleiche derſelben hebt ſich von beiden Seiten als entgegengeſetzt ſelbſt auf. So reiſst eine Faſer nach der andern, ein Blättchen nach dem andern, und der Körper zerbricht. Will man einſchneiden, ſo ſtellt man das Inſtrument ſo, daſs *a b* nicht an einem Ende allein weichen kann, und man reiſst das ganze Theilchen ab, welches, wenn auch nicht zuerſt bei *b*, doch ſogleich nachher bei *a* mit der ganzen Cohäſion dem Fortbewegen widerſteht.

Die Zerbrechlichkeit, verbunden mit der Härte, führt uns auf eine ſehr überraſchende Weiſe zu einer *urſprünglichen Polarität*. Eine *polariſche Linie* können wir eine ſolche nennen, an deren beiden Enden ungleich ziehende Kräfte herrſchen. In der Natur mag oft eine Linie aus mehrern zuſammengeſetzt ſeyn, ſo daſs dadurch an beiden Enden gleiche Anziehungen erſcheinen; aber wenn wir auf die einzelnen Theile dieſer Linie zurückgehen, treffen wir doch immer jene Polarität.

In den *Kryſtallen* bemerken wir beſondere Zerbrechlichkeit mit Härte verbunden. Sie beſtehen aus Blättchen, die ſich einander durchſchneiden, und der Urſprung ſolcher Blättchen läſst ſich ſchwer denken, ſelbſt wenn man den Kryſtall an-

fänglich weich ſetzt. Aber alles wird klar, wenn man durchkreuzende Linien oder Faſern annimmt, deren Zwiſchenräume nachher mit andern Faſern ausgefüllt werden. Auch ſehen wir, daſs der faſerige Bruch von einer raſchen unvollendeten Kryſtalliſation entſteht.

Durch die chemiſchen Erſcheinungen der Volta'ſchen Säule ſind wir gezwungen, unter allen Körpern ein dem *electriſchen* gleiches Verhältniſs anzunehmen. Die Chemie theilt jetzt alle Stoffe in poſitive und negative. Nicht, daſs dieſes Verhältniſs von der Electricität herrühre, denn dieſe kehrt oft das natürliche Verhältniſs um, ſchlägt Kupfer durch Kupfer, Silber durch Silber nieder; ſondern unter den Körpern ſelbſt herrſcht ein dem electriſchen ähnliches Verhältniſs, und die Electricität iſt nur eine Art der ganzen Gattung.

Licht, Wärme, Electricität halte ich für die Wirkungen der feinen Materie. Weſen, welche Zeit gebrauchen, um von einem Orte zum andern zu kommen, unterſcheiden ſich dadurch weſentlich vom Gedanken, und dem Gedanken ſteht die Materie gegenüber.

In allen Materien mögen wir alſo ein ſolches Verhältniſs annehmen, als die beiden electriſchen Materien zeigen; Anziehung des Ungleichen; Abſtoſsung des Gleichen. Die feſte (nicht biegſame) Linie muſs polariſch ſeyn, und entſtehen kann ſie nicht, ohne daſs ſich das Ungleiche zuſammenordne; denn bei der Zuſammenſtellung des Gleichen

würde Flüſſigkeit und Biegſamkeit entſtehen. Hierin iſt alſo das Verhältniſs dem electriſchen ganz gleich. Es iſt ſehr möglich, daſs manche Veränderungen in den feſten Körpern vorgehen, und die Pole ſich ändern, indem doch das Verhältniſs der Theile zu einander ſich erhält und die Feſtigkeit dieſelbe bleibt. Wie viele Oscillationen gehen uns unbemerkt, ſchon beim Durchdringen des Schalls durch feſte Körper vor.

Doch ich will mich nur hier an eine ſehr nahe liegende Vorausſetzung halten, daſs der eine Pol der feſten polariſchen Linie die poſitive Electricität anziehe, der andere hingegen die negative. So kommen wir ſogleich zur *Electricität des Turmalins*, des *Boracits* und anderer Steine. Stoſſen nehmlich gleichartige polariſche Enden nach auſsen zuſammen, ſo wird ſich dort die Electricität äuſsern, und die ſymmetriſche Lage der Plättchen wird auch eine ſymmetriſche Lage der Pole herbeiführen. Liegen die polariſchen Enden weniger zuſammen geordnet, ſo wird auch die Electricität weniger merklich ſeyn.

Bringt man zwei leitende Körper von verſchiedenen innern Anziehungen (oder innern Cohäſionen, das heiſst Cohäſion in den einzelnen Faſern) zuſammen, ſo haben wir gleichſam die beiden Enden einer polariſchen Linie. Auch hier wird Electricität erſcheinen, der eine Körper wird die poſitive, der andere die negative um ſich verſammeln. Es iſt die *Electricitäts-Bewegung durch Impuls*.

welche den Grund zur Voltaiſchen Säule legt. Man ſieht leicht, warum ein Körper nach ſeiner innern Cohäſionsſtufe bald die negative bald die poſitive Seite hat, nachdem nämlich der andere mit ihm verbundene Körper verſchieden iſt.

Wir bemerken an der Voltaiſchen Säule, daſs die Körper, wenn ſie gleich im aufgelöſten gleichartigen Zuſtande ſich befinden, dennoch ein urſprüngliches Beſtreben behalten, ſich mehr oder weniger mit der poſitiven oder negativen Electricität zu verbinden. Sie bleiben noch Glieder der beiden groſsen Körper-Reihen. Die Flüſſigkeit in der Voltaiſchen Säule beſteht aus zwei Körpern dieſer beiden Reihen. Der eine zieht die poſitive, der andere die negative Electricität an, und erhöht dadurch den Zuſtand der ſchon electriſchen Platten. So ſteigt die Electricität der Säule, Nebenumſtände bei Seite geſetzt, mit der Vermehrung der Lagen.

Sind die genäherten Körper Nichtleiter, ſo bleibt die Electricität nur an jedem Puncte haften, verbreitet ſich nicht über die ganze Fläche. Die Ungleichheit aller Oberflächen bringt auch Ungleichheit der Electricität hervor. Es iſt ein Hin- und Herbewegen, ein Reiben nöthig, damit ſich alle Puncte durcheinander berühren, die Electricität der weniger electriſchen dadurch vermehrt, und die ganze Fläche in einen merklich electriſchen Zuſtand verſetzt werde.

3.

Chemiſche Erſcheinungen, gegründet auf die Theorie der Flüſſigkeit und Feſtigkeit.

Die chemiſche Verbindung, worauf auch die chemiſche Trennung beruht, macht den Gegenſtand der Chemie. Man hat ſie ſehr oft in zwei verſchiedene Arten getheilt, in die *Auflöſung* und *eigentliche chemiſche Verbindung*, welche man auch oft *Löſung* und *Auflöſung* nannte. Von jener will ich zuerſt reden.

Daſs die gewöhnliche Erklärung der Auflöſung, nach welcher die Theile des Auflöſungsmittels zum aufzulöſenden Körper eine ſtärkere Anziehung haben ſollen, als die Theile des letztern unter ſich, unrichtig ſey, fällt in die Augen. Es wird dann nur eine ſehr ſtarke Adhäſion des Auflöſungsmittels an den aufzulöſenden Körper erfolgen, keine Trennung der Theile des letztern. Um dieſe zu erklären, behauptete ich eine Schwächung der einen anziehenden Kraft durch eine andere *). Schon früher habe ich die *Auflöſung* aus der obigen Theorie der Flüſſigkeit weit einfacher erklärt **), und will

*) S. dieſe *Annalen* B. 30. S. 12. und die ſehr gegründeten Anmerkungen des Herausgebers. Man könnte fragen: denkt denn der Verfaſſer nicht an die Centrifugalkraft, welche das Meer in der vom Monde abgekehrten Seite erhebt, und die Nebenplaneten in den Oppoſitionen beſchleunigt? Aber eben dieſe Kraft wollte ich nicht von einem urſprünglichen Stoſſe, ſondern einem urſprünglichen Beſtreben zur Entfernung ableiten.

**) S. dieſe *Annalen* B. 26. S. 141.

dieſe Behauptung hier mit einigen Gründen unterſtützen.

Wir haben nämlich oben geſehen, welche Veränderungen die Cohäſion in einem flüſſigen Körper erleidet, welcher zwiſchen zwei feſten Platten eingeſchloſſen iſt. Es iſt alſo nicht nöthig, daſs der flüſſige Körper in die Zwiſchenräume des feſten dringe, um ihn aufzulöſen, ſondern an der Oberfläche wird der flüſſige Körper zu demſelben Grade der Cohäſion gebracht, welchen der feſte hat. Dann entſteht in der obern Schicht des feſten Körpers und der anliegenden des flüſſigen, Gleichheit der Anziehungen, und die Folge davon, Flüſſigkeit. Ohne Bewegung würde der feſte Körper nicht aufgelöſt werden, ſondern um ihn ſich nur eine flüſſige Schicht der Auflöſung erzeugen. Dieſes bemerken wir auch, wenn eine Auflöſung in völliger Ruhe geſchieht, wobei wir doch immer bedenken müſſen, daſs eine völlige Ruhe nicht zuzugeben iſt, auch ſelbſt der Schwere gemäſs die flüſſig gemachten Theile von den ſchiefen Oberflächen ſich herabſenken. Schüttelt man aber die Auflöſung, ſo entfernt man die flüſſig gemachte Schicht, und bringt eine andere Schicht der Flüſſigkeit mit dem Körper in Berührung, wodurch die Auflöſung fortgeſetzt wird. Nur durch öftere Bewegung kann man eine Auflöſung zur Gleichförmigkeit bringen, ſonſt ſenken ſich die aufgelöſten Theile in der Flüſſigkeit zu Boden.

Dieſer letzte Umſtand, welcher durch Leblanc's Bemerkung, daſs Kryſtalle ſich am Boden der Flüſſigkeit mehr vergröſsern als nach oben, deutlich dargethan wird, widerlegt zugleich diejenigen, welche hier an eine *Durchdringung* der Materie glauben. Oft ſieht man auch in wohl verſtopften Gefäſsen, wo die Flüſſigkeit ſich nicht vermindert hat, groſse und ſchöne Kryſtalle am Boden gebildet, ſelbſt von Salzen, welche ſich nicht leicht kryſtalliſiren. Ohne Zweifel ſenkten ſich die Theile zuerſt durch ihr ſpecifiſches Gewicht zu Boden. Ueberhaupt iſt eine ſolche Durchdringung die Grenze der Wiſſenſchaft, und eben ſo wenig in den phyſiſchen Wiſſenſchaften zu erlauben, als Atome und andere Weſen der bloſsen Speculation.

Es ſcheint ein Geſetz in der Chemie zu ſeyn, daſs ſich die Körper vorzüglich einander auflöſen, welche gleiche Beſtandtheile haben. Ungleichartige Körper ziehen ſich zwar einander am ſtärkſten an, aber die Verbindung derſelben iſt ſchwer, und muſs in der Regel durch ein drittes befördert werden. So gehört eine Erhitzung dazu, um den Sauerſtoff und die Säuren mit den Metallen zu verbinden, und eben ſo den Sauerſtoff mit dem Waſſerſtoff; oder es muſs ſich das Waſſer, ein Körper, welcher in ſeinen Beſtandtheilen den negativen und poſitiven Pol hat, dazwiſchen ſtellen. Aber die Verbindung der oxydirten Körper unter einander bedarf meiſtens keiner äuſsern Unterſtützung, ſondern geſchieht ſehr ſchnell in der gewöhnlichen

Temperatur, z. B. der Säuren und der Oxyde. So löst auch Wasser, überhaupt genommen, die Körper am leichtesten auf, welche Sauerstoff enthalten; da hingegen Weingeist und Oehl diejenigen besonders auflösen, in denen der Wasserstoff vorherrscht. Zwar löst der Weingeist auch oxydirte Körper auf, aber er hat ebenfalls Sauerstoff zum Bestandtheile. Der Wasserstoff löst nur Schwefel, Kohle und Metalle und solche verwandte Stoffe auf. Man muss hier den Act der Verbindung selbst, das Gleichsetzen der Anziehungen, von denen der Anziehung, und Neigung zu einander, unterscheiden.

Die Anziehung des Ungleichen in der Chemie lässt sich, wie wir in der vorigen Abhandlung gezeigt haben, sehr wohl mit der *electrischen* zusammen stellen. Schon zur Festigkeit ist sie nöthig. Aber sie zeigt sich auch unter den flüssigen Körpern, in so fern sie nämlich in allen Verbindungen das eigenthümliche Bestreben behalten, sich mehr nach der einen als der andern Reihe zu wenden. So neigen sich der Sauerstoff und die Säuren zur positiven Reihe, der Wasserstoff und die Metalle zur negativen, jene sind selbst negativ, diese positiv. Ich möchte die negative Seite, die mehr cohärente, die positive, die weniger cohärente nennen, denn die Lichtenbergischen Figuren sowohl als die Funken zeigen eine geringere Expansion in der negativen als der positiven Electricität. Die Metalle und der Wasserstoff werden durch die Verbindung mit dem Sauerstoff, wenigstens als vollkommene Oxyde

weniger flüchtig, und wenn sie auch selbst schon wenig flüchtig sind, so wird doch ihre Flüchtigkeit durch die vollkommene Oxydation nicht vermehrt, sondern eher vermindert. Sie sind also weniger cohärent, als die entgegengesetzte Reihe, oder haben ein grösseres Bestreben zur geringern Cohärenz. Dass ich unter *Cohärenz* nur das verstehe, was zwischen den einzelnen kleinsten Theilen vorgeht, nicht die Totalcohäsion, welche die Summe der einzelnen Cohäsionen ist, darf ich wohl nicht erinnern.

Die Körper der verschiedenen Reihen ziehen sich einander und zwar in verschiedenen Graden an, die derselben Reihe ziehen sich weniger an, und zwei Körper derselben in Bezug auf einen dritten stossen sich einander ab. Dieses ist das Hauptfactum. Hieraus entsteht nun sogleich jene Verwandtschaft der Körper in verschiedenen Graden, welche man Wahlanziehung zu nennen pflegt.

Berthollet hat in seinem Werke über die Verwandtschaft und die Statik der Chemie die ältere Meinung der Chemisten völlig widerlegt, welche, wenn ein Körper a von $b+c$ den einen derselben c scheidet, die Anziehung des letztern zu b unter allen Umständen für Null halten, so dass also keine reciproke oder umgekehrte Verwandtschaftsreihe Statt fände. Aber sein eigenes System ist ebenfalls nicht haltbar. Keine Scheidung geschieht nach ihm durch Verwandtschaft, sondern es entsteht blos Verbindung; jede Scheidung wird durch

Auflöslichkeit, Flüchtigkeit, Efflorescenz und andere äufsere Umſtände bewirkt. Dagegen habe ich ſchon erinnert, daſs Scheidungen und Verbindungen beim Zuſammenreiben Statt finden, wo keiner dieſer Umſtände Einfluſs haben kann *). Man könnte noch andere Beiſpiele Berthollets Syſtem entgegen ſetzen, daſs nämlich Kali den Baryt und Strontian aus den Säuren nicht niederſchlage, Ammoniak ebenfalls nicht den Baryt und Kalk, u. dergl. m., welches doch wegen der Schwerauflöslichkeit dieſer Körper geſchehen müſste. Aber Berthollet entgeht auf keine Weiſe der Nothwendigkeit Grade der Verwandtſchaft anzunehmen, welche die Trennung bewirken. Wir wollen ſezzen, daſs eine Säure ſich in zwei Baſen, eine Baſe in zwei Säuren theile. Iſt nun jedes Theilchen der Baſe mit Theilchen von beiden Säuren umgeben, und gleich verbunden, warum geht die mehr elaſtiſche Säure davon, z. B. die Salzſäure, wenn Schwefelſäure auf Kochſalz gegoſſen wird? Treibt aber eine Säure die Theilchen der andern, wenigſtens zum Theil fort, ſo haben wir ja ſchon eine Verwandtſchaftsſtufe. Auch haben wir eine ſolche, wenn nur die Verbindung der einen Säure durch die andere geſchwächt wird, ſo daſs ſie nun der eigenthümlichen Electricität folgen kann.

Wir werden alſo in allen dieſen Fällen eine Trennung der einen Säure durch die andere, der

*) S. *Gehlens* Journal für die Chemie u. Phyſik B. 3. S. 232.

einen Base durch die andere, kurz auch hier ein dem electrischen ähnliches Verhältniss annehmen können. Denn bei dem Zurückstossen der electrischen Materien kömmt ebenfalls die Anziehung der Electricität zu den Körpern, worin sie sich befindet, in Betrachtung. Wir können also zuerst den Satz aufstellen, dass es eine bestimmte Reihe gebe, nach welcher eine Säure die andere von einer bestimmten Basis, eine Basis die andere von einer bestimmten Säure zurücktreibe. Die Aehnlichkeit dieses Zurücktreibens mit dem electrischen zeigt sich in folgendem Versuche sehr auffallend. Man giesse Salzsäure oder Salpetersäure in ein Gefäss, werfe gröblich gestossene Stücke von Kalkspath hinein, und verschliesse das Gefäss sehr stark. Sogleich wird die Auflösung langsamer und hört endlich ganz auf, wenn die Verschliessung stark genug ist. Sobald das Gefäss geöffnet wird, geht die Auflösung von Neuem mit grosser Heftigkeit vor sich. So steht auch die Entwickelung der Kohlensäure in der Gährung still, wenn man das Gefäss verschliesst, und hebt von neuem an, wenn man das Gefäss öffnet. Eben so bei der Electricität. Man muss die gleichnamige Electricität abführen, wenn man einen isolirten Körper electrisiren will.

Aber es giebt eine reciproke, umgekehrte Verwandtschaft, die Säure z. B., welche die andere austreibt, wird von dieser wiederum ausgetrieben. Berthollet hat davon mehrere Beispiele angeführt; da er sich aber zur Hervorbringung der umgekehr-

ten Verwandtſchaften einer gröſsern Hitze, eines anhaltenden Kochens u. dergl. bedient, ſo will ich einige Beiſpiele hinzuſetzen, wobei dieſes alles vermieden iſt.

Löst man *Gyps* in *Salpeterſäure* auf, und ſättigt die Auflöſung mit *kohlenſaurem Natrum*, ſo fällt kohlenſaurer Kalk in Menge nieder, auch löst ſich ein Theil im Anfange wiederum auf, und nur unter dem zuletzt niedergefallenen entdeckt der Eſſig eine Spur von Gyps. Wäre die Salpeterſäure nur ein bloſses Auflöſungsmittel, ſo würde zuerſt Gyps, nachher kohlenſaurer Kalk niederfallen. — Dieſelben Erſcheinungen erhält man, wenn man Gyps in *Salzſäure* oder *Eſſigſäure* auflöst.

Löst man *ſchwefelſaures Kupfer* in *Salzſäure* auf, ſo geſchieht dieſes ſogleich mit einer grünen Farbe. Sättigt man die freie Säure mit *kauſtiſchem Kali* ſo lange, bis ein Niederſchlag anfangt, ſo behält die Auflöſung noch immer ihre grüne Farbe, und erſt, wenn man die Salzſäure ganz durch Hitze vertreibt, entſteht ſchwefelſaures Kupfer. Die Salzſäure hat hier alſo in das Kupfer eingegriffen — Aehnliche Erſcheinungen zeigt auch die Auflöſung des *ſchwefelſauren Eiſens* in *Salzſäure*.

Löst man *ſchwefelſaures Kupfer* in *Salpeterſäure* auf, ſo wird die Auflöſung blau. Gieſst man dieſe Auflöſung in eine gehörige Menge abſoluten *Alkohol*, ſo ſchlägt ſich nichts nieder, und in der Kälte entſtehen erſt prismatiſche Kryſtalle von ſchwe-

felſaurem Kupfer. Sättigt man die Auflöſung zuvor mit *Kali*, bis ein Niederſchlag anfängt, und tropft ſie in abſoluten Alkohol, ſo fällt ein Salzgemenge nieder, aber immer bleibt der Alkohol faſt grün, zum Beweiſe, daſs ſalpeterſaures Kupfer vorhanden iſt.

Löst man *ſchwefelſaures Kupfer* in reinem *Eſſig* auf, und bringt die Auflöſung zum Sieden, ſo entſteht ein Niederſchlag von Kupferhydrat. Dieſes iſt die Eigenſchaft des eſſigſauren Kupfers, welches beim Sieden Hydrat fallen läſst.

Es iſt alſo ohne allen Zweifel, daſs eine umgekehrte Verwandtſchaft geſchehe. Die freie Säure wirkt mehr als die verbundene, ohne Zweifel, weil ſie von mehrern Seiten auf die verbundene Säure wirken kann, als dieſe zurückwirkt. Berthollet drückt dieſe Wirkung durch die *chemiſche Maſſe* aus; es ſey nämlich die *Menge* der ſchwächern Säure, welche hier wirke. Dann müſste es möglich ſeyn, alle Zerſetzungen zu bewirken, wenn man nur die gehörige Menge anwendete. Allein noch ſo viel Salpeterſäure zum ſchwefelſauren Kali geſetzt, trennt doch nicht alle Schwefelſäure, ſondern es entſteht überſaures ſchwefelſaures Kali. Gieſst man auf das überſaure ſchwefelſaure Kali wiederum freie Salpeterſäure, ſo läſst ſich dadurch von neuem Kali entziehen, und man erhält Salpeter. Berthollet ſchränkt zwar die Wirkung nur auf diejenige Menge ein, welche zur Wirkung kommen kann, und ſo

hebt er selbst wiederum auf, was er gefügt hat. Denn nun ist die Wirkung sehr beschränkt, und wächst keinesweges mit der Menge in geradem Verhältnisse. Auch ist Berthollets Ausdruck der chemischen Masse nicht practisch. Setzt man zu einer Unze schwefelsaures Kali nur eine Drachme Salpetersäure, so schiefst zuerst immerfort schwefelsaures Kali an, und zuletzt erhält man doch Salpeter und übersaures schwefelsaures Kali. Ein Tropfen Salzsäure in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer gegossen, verbreitet um sich eine grüne Wolke, und macht auch geschüttelt deutlich einen grünen Schein. Man muss also Berthollets Ausdruck der chemischen Masse dahin einschränken, dass man sagt: der freie Körper werde bedeutend in seiner chemischen Wirkung vermehrt dadurch, dass er frei und ungebunden wirke.

Säuren treiben auch den Sauerstoff zurück, und behandeln ihn als eine andere Säure. So entfernt die Salpetersäure aus einem Theile des Mennigs den Sauerstoff, löst diesen Theil auf und überoxydirt den andern. *Wärmestoff* und *Licht* reihen sich in ihren Eigenschaften den Säuren an, sie treiben den Sauerstoff aus den Körpern. Vielleicht sind sie, wie das Wasser, indifferent, doch mit Uebergewicht der Sauerstoffseite, vielleicht in derselben Bedeutung zusammengesetzt und in den Electricitäten getrennt.

Unsere Verwandtschaftsreihe gilt nur für *oxydirte Körper*, wo die Verbindung zugleich ohne

Schwierigkeit geſchehen kann. Der oxydirte Körper kann nach dem (relativen) Verhältniſſe des Sauerſtoffs bald die poſitive, bald die negative Seite bekommen. Es hängt alſo die Verwandtſchaft von der Anziehung zum Sauerſtoffe, und von deſſen Menge ab. Dieſes beweiſen die Niederſchläge der Metalloxyde durch einander. Iſt die Oxydation der beiden Baſen oder Säuren ſo verſchieden, daſs die eine negativ, die andere poſitiv wird, ſo entſteht eine dreifache Verbindung. Stark oxydirte Baſen werden daher nicht leicht geſchieden. Vielleicht gilt für den *Waſſerſtoff* daſſelbe, nur in entgegengeſetzter Reihe.

Kommen aber *einfache*, nicht oxydirte Körper in den Verwandtſchaftskreis, ſo hängt der Erfolg nicht allein von ihrer Anziehung zum Sauerſtoff, ſondern auch von dem Mittel ab, welches ſie damit verbindet. Die Niederſchläge der Metalle durch einander beweiſen dieſes. Blei ſchlägt zum Beiſpiel das Kupfer aus dem ſchwefelſauren Kupfer nicht nieder, wohl aber aus dem eſſigſauren Kupfer, denn Eſſigſäure greift das Blei viel leichter an. Eiſen trennt das Kupfer leicht und in der Kälte von der Schwefelſäure; von der Eſſigſäure nur in der Hitze, weil Eſſigſäure das Eiſen nur in der Hitze angreift. Ich habe eine Reihe von Verſuchen gemacht, welche den Satz beſtätigen, daſs die Auflöſungskraft der Säure einen groſsen Einfluſs hat. Nach Berthollet ſoll die Anziehung der Metalle auf einander wirken. Dieſes mag beim Queckſilber der Fall ſeyn (doch

ſcheint auch hier die Verbindung der Metalle eine ſpätere Folge), ſonſt entſteht nirgends eine chemiſche Verbindung der Metalle. Das Silber durch Kupfer aus Salpeterſäure niedergeſchlagen, iſt bloſs mit Kupferoxyd gemengt, und bedient man ſich des ſchwefelſauren Silbers, um daraus das Silber durch Kupfer zu ſcheiden, ſo erhält man es ſehr rein.

Waſſer als ein Körper, welcher beide Pole in dem Waſſerſtoff und Sauerſtoff, doch den letztern überwiegend hat, tritt auch ſehr oft dieſem gemäſs in den Verwandtſchaftskreis. Es trennt die Körper in zwei Theile, in einen mit überwiegender Säure und einen andern mit überwiegender Baſe. Viele metalliſche Auflöſungen zeigen dieſes deutlich. Man muſs aber dieſe Fälle wohl von denen unterſcheiden, wo das Waſſer bloſs als gleichartig ſich verbindet oder auflöst.

Um eine neutrale (indifferente) Verbindung zwiſchen dem *Sauerſtoff* und einem entgegengeſetzten Körper hervorzubringen, iſt gleichſam übergreifender Sauerſtoff erforderlich, damit die polariſche Entgegenſetzung aufgehoben werde. Denn der Sauerſtoff (vielleicht auch der Waſſerſtoff), als ſich ſelbſt zurückſtoſsend, würde mit den andern Körper gleichſam zwei, aber gleichartige widerſtrebende Pole bilden, und dieſer Widerſtreit würde es nirgends zur Verbindung kommen laſſen, ſo wie die entgegengeſetzten elektriſchen Materien, in zuſammengebrachten Flächen ſich nicht verbinden. Iſt aber die Wirkung

gegen einen dritten Körper gerichtet, welcher ein Theil des Sauerſtoffs ſelbſt ſeyn kann, gegen den ſich die beiden eben angeführten Vertheilungen wenden, ſo entſteht eine Verbindung. Darum ſteigt auch das Verhältniſs des Sauerſtoffs in den Verbindungen nach Verhältniſſen der ganzen oder auch wohl halben Quantität, damit ein ſolcher übergreifender Sauerſtoff vorhanden ſey, ein gleichſam getrennter, der in die Mitte tretend, das Widerſtreben der entgegengeſetzten Theile aufhebt, indem ſich gegen ihn die Pole der Baſe kehren.

Bei den *doppelten Scheidungen und Verbindungen* kommen verſchiedene Umſtände in Erwägung. Daſs zuerſt eine allgemeine Verbindung geſchehe, mögen wir mit Berthollet annehmen, aber wir dürfen hinzuſetzen, daſs jene allgemeine Verbindung wohl niemals ohne eine anfangende Trennung ſey. Die Verbindung zweier Stoffe wird hier durch die Verbindung mit einem dritten immer geſchwächt, und da dieſes von zwei Seiten geſchieht, ſo muſs auch die Neigung zur Trennung deſto gröſser werden. Dann erſt treten die Wirkungen des Waſſers und der Electricität ein, und vollenden die Scheidung. Ich erwähne dieſes Vorgangs nur kurz, da er noch mehr Unterſuchungen erfordert, beſonders über das Baſe- und Säure-Verhalten eines zuſammengeſetzten Stoffes.

Man wird mir einwenden, daſs dieſe mannichfaltigen Polaritäten verſchiedene Anziehungen hervorbringen, welche mit der Flüſſigkeit als innerer

Gleichartigkeit nicht beſtehen können. Dieſes möchte ich allerdings gegen Dalton's chemiſche Darſtellungen einwenden. Wollte man auch ſagen, daſs ſich die Gruppen zugleich verſchieben laſſen, und ihre Totalanziehung überall gleich ſey, ſo ſind doch manche Daltonſche Gruppen, in einem Doppelſinne, ſo eckig, daſs man ſie wohl nicht verſchieben könnte. Aber wir wollen annehmen, was wirklich nicht unwahrſcheinlich iſt, daſs die luftartigen Körper ſowohl als die tropfbaren aus Bläschen beſtehen, ſo könnten wohl verſchiedene Stoffe in ein Bläschen zuſammentreten, ſo wie Leidenfroſt gezeigt hat, daſs in einer Seifenblaſe ſich Fett- und Kali-Schichten über einander legen. Das Reſultat der aufgehobenen Zurückſtoſsung wäre dann Vereinigung in ein Bläschen. Ehe das Reſultat des chemiſchen Proceſſes erfolgt, (dieſe Vereinigung in den Bläschen ſelbſt,) weicht auch ohne Zweifel die Flüſſigkeit ſehr von ihrem Normalzuſtande der Flüſſigkeit ab. Uebrigens werden aber Bläschen zweifacher Art, welche wechſelsweiſe verbunden ſind, noch keinen Unterſchied in der Flüſſigkeit machen, weil auch hier die gleichen Anziehungen ſich aufheben. Man könnte endlich noch die Bildung zur Feſtigkeit, in ein Zerreiſsen, Zerplatzen der Bläschen ſetzen.

Zuletzt will ich noch der von Prevoſt und Carradori zuerſt bemerkten Erſcheinungen erwähnen, wovon ich ſchon vormals *) gehandelt habe.

*) In dieſen *Annalen* B. 24. S. 121. und B. 26. S. 146.

Daſs eine Verwandtſchaft dabei im Spiele ſey, iſt kein Zweifel. Auch iſt die Folge des Zurückſtoſsens nicht einerlei für einerlei Unterlage, wie Carradori behauptet. Mandelöhl wird zurückgetrieben von Terpentinöhl auf Waſſer, Zink, Porcellan, Glas und Elfenbein, Terpentinöhl von Weingeiſt auf Waſſer, Porcellan, Glas, nicht aber auf Zink, auch nicht ſehr auf Elfenbein. Auf Queckſilber treibt Weingeiſt die Oehle nicht zurück, wohl aber Mandelöhl den Weingeiſt. Schwefelſäure treibt auf Queckſilber alles weg, auf Zink verbreitet ſich ein Tropfen nicht, ſondern macht Blaſen. Ueberhaupt ſteht die Folge des Vertreibens mit der Gröſse der Austreibung einer Subſtanz für ſich auf einer glatten Fläche beſtändig in einer genauen Beziehung. Wir ſehen alſo, daſs die eindringende Verwandtſchaft, z. B. die der Schwefelſäure zum Zink, mit jener Flächen-Verwandtſchaft nicht zuſammen geordnet werden kann, obgleich jene nur ein ſehr erhöhter Grad der letztern zu ſeyn ſcheint. Dieſe *Flächenanziehung* möchte ich mit der Leitungsfähigkeit der Körper für die Electricität in gewiſſen Rückſichten vergleichen.

II.

Ueber einen neuen detonirenden Körper.

von

Hrn. Dulong in Paris,

(ein Bericht üb. ſeine Abh., abg. von den HH. Thenard und Berthollet in d. Inſt. am 1. Febr. 1813) *).

Daſs der Stickſtoff mit der oxygenirten Salzſäure ſich chemiſch verbinden könne, war noch von niemand geahnet worden, ſo viel man auch über die merkwürdigen Verbindungen der einfachen Körper mit der oxygenirten Salzſäure gearbeitet hat. Hrn. Dulong iſt es geglückt, eine ſolche Verbindung zu erzeugen. Sie hat ſehr merkwürdige Eigenſchaften, und unter ihnen die, auf das heftigſte zu detoniren.

Sind beide Körper gasförmig, ſo giebt es kein Mittel, ſie mit einander zu vereinigen; bringt man aber Stickſtoff, der ſchon an einen andern Stoff gebunden iſt, mit einer Auflöſung der oxygenirten Salzſäure in Waſſer in Berührung, und iſt die Temperatur nicht zu hoch, ſo treten beide mit einander in Verbindung. Alle Ammoniak-Salze, deren

*) Aus den *Annal. de Chimie* Avril 1813 überſetzt von Gilbert.

Säure nicht ſo flüchtig iſt, daſs die Salzſäure ſie austreibt, geben daſſelbe Reſultat. Eine Temperatur von 7 bis 8° C. eignet ſich zu dieſem Verſuch am beſten.

Um ſeinen neuen detonirenden Körper zu bilden, treibt Hr. Dulong einen Strom oxygenirtſalzſaures Gas durch eine Auflöſung eines Ammoniak-Salzes in Waſſer hindurch. Seine Abhandlung beſchreibt alle Handgriffe, auf die es bei der Bildung und bei der Auffammlung deſſelben ankömmt *).

Dieſer neue detonirende Körper erſcheint ſtets in der Geſtalt eines gelben, ins Falbe ſpielenden Oehls, welches ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, und ſelbſt als eine geſättigte Auflöſung von Kochſalz iſt. An der Luft verfliegt er ziemlich ſchnell, ohne einen Rückſtand zu laſſen. In der freien Luft bringt 1 Gramm deſſelben eine Detonation, ſtärker als die eines Flintenſchuſſes, hervor.

Hr. Dulong beſchreibt mehrere Verſuche, welche er angeſtellt hat, um die Eigenſchaften und

*) Während der Operation entbindet ſich aus der Auflöſung ein Gas, deſſen Eigenſchaften nach Verſchiedenheit der Temperatur und der Geſchwindigkeit, mit welcher das oxygenirt-ſalzſaure Gas hindurchgetrieben wird, etwas abweichend ausfallen. Unter günſtigen Umſtänden detonirt es, wenn es mit einem brennenden Körper in Berührung kömmt, ungefähr ſo ſtark, als eine Mengung von Waſſerſtoffgas mit atmoſphäriſcher Luft. Es ſcheint Stickgas zu ſeyn, das mit Dampf des detonirenden Körpers geſchwängert iſt. G.

die Miſchung dieſes Körpers aufzufinden. Wir begnügen uns, den anzuführen, durch welchen ſich die Natur deſſelben, ohne daſs irgend ein Zweifel übrig bleibt, offenbart.

Eine Flaſche, durch deren Stöpſel zwei Röhren gingen, eine Entbindungsröhre, um das in ihr ſich entwickelnde Gas in den pneumatiſchen Apparat zu leiten, und eine gerade Röhre, wurde voll Waſſer gegoſſen; Hr. Dulong that einige Stücke ſpiralförmig gewundenen Kupferdraht hinein, und lieſs, mittelſt der offnen geraden Röhre, etwas von ſeiner detonirenden Flüſſigkeit hinzutreten. So lange von dieſer noch etwas ſichtlich blieb, entband ſich reines Stickgas. Das Waſſer der Flaſche wurde bläulich grün, und hatte alle Eigenſchaften einer Auflöſung von ſalzſaurem Kupferoxyd. Am Boden der Flaſche fand ſich ein weiſses Pulver, welches die Kennzeichen des ſalzſauren Kupferoxyduls beſaſs. Der neue öhlförmige Körper hatte ſich folglich in Stickſtoff und in oxygenirte Salzſäure zerſetzt, und die letztere hatte Verbindungen mit dem Kupfer gebildet. Enthielte der öhlförmige Körper Waſſerſtoff, ſo hätte dieſer entweder als Gas mit dem Stickgas übergehn, oder, an einen Antheil des Stickſtoffs gebunden, als Ammoniak zurückbleiben müſſen. Es fand keins von beiden Statt.

Den allgemein angenommenen Grundſätzen der chemiſchen Nomenclatur zu Folge, muſs man

folglich diesem Körper den Namen *acide muriatique oxiazoté* geben *).

Noch fehlten zu einer genauen Analyse desselben die Zahlenbestimmungen der beiden Bestandtheile. Bei dem Versuch, den Hr. Dulong in der Absicht, um diese zu erhalten, eingerichtet hatte, traf ihn ein schwerer Unfall, der seine Untersuchungen zum zweiten Male unterbrach.

Bringt man oxygenirt-salzsauren Stickstoff mit *Phosphor* in Berührung, so entsteht eine der heftigsten Detonationen; und man habe von jenem noch so wenig genommen, immer erfolgt eine plötzliche Zersetzung und ein Schlag, der hinreicht, den Apparat zu zerbrechen.

Schwefel wirkt weniger heftig. Die Verbindung, welche er mit dem oxygenirt-salzsauren Stickstoff bildet, zersetzt sich unter Wasser schnell, und dieses enthält alsdann Schwefelsäure und Salzsäure.

Hr. Dulong hat versucht, seinen neuen Körper mit dem von Hrn. Chenevix entdeckten *überoxygenirt-salzsauren Ammoniak* **) in Rücksicht der Heftigkeit des Detonirens zu vergleichen. Um dieses letztere zu bilden, trieb er, wie Hr. Chenevix, einen Strom oxygenirt-salzsaures Gas durch

*) Und in der deutschen chemischen Sprache den Namen *oxygenirt-salzsaurer Stickstoff*, und nach Davy's Anlicht *Chloran-Stickstoff* (Annal. Ne. Folge B. 9. S. 87).
Gilbert.

**) *Annalen* B 12. S. 433. *G.*

Kalkmilch, filtrirte dann, und goſs in die klare Flüſſigkeit eine Auflöſung von baſiſchem kohlenſaurem Ammoniak. Allein das Ammoniak wurde zerſetzt, und er muſste daher ein anderes Verfahren erwählen. Er lieſs nun jene Flüſſigkeit über Queckſilber kochen. Sie enthielt, wie das auch bei dem Kali der Fall iſt, ein ſalzſaures, ein oxygenirt-ſalzſaures *) und ein überoxygenirt-ſalzſaures Salz. Das Queckſilber oxydirte ſich auf Koſten des oxygenirt-ſalzſauren Kalks, und es blieb blos ſalzſaurer und überoxygenirt-ſalzſaurer Kalk zurück. Als er nun baſiſches kohlenſaures Ammoniak hinzugoſs, verwandelte ſich der ſalzſaure Kalk in ſalzſaures Ammoniak, und der überoxygenirt-ſalzſaure Kalk in überoxygenirt-ſalzſaures Ammoniak; allein all ſein Bemühen, dieſe beiden Salze von einander zu ſcheiden, blieb fruchtlos, und eben ſo wenig gelang es ihm, die beiden Kalkſalze von einander zu trennen. — Durch einen Schlag läſst ſich die Mengung der beiden Ammoniak-Salze nicht detoniren; und wenn man ſie in einer Retorte zerſetzt, ſo gehn oxygenirt-ſalzſaures Gas, Stickgas, Stickgasoxyd und Waſſer in aller Ruhe über. Das überoxygenirt-ſalzſaure Ammoniak detonirt alſo nicht ſo gewaltig, wie man es ſeiner Zuſammenſetzung nach hätte vermuthen ſollen, und es ſteht in dieſer Hinſicht dem oxygenirt-ſalzſauren Stickſtoff ſehr weit nach.

*) Von dieſem problematiſchen Salze in einem der folgenden Hefte der Annalen. G.

Hr. Dulong ſucht die Entſtehung des oxygenirt-ſalzſauren Stickſtoffs aus den Bedingungen zu erklären, unter welchen die Beſtandtheile deſſelben in dem Proceſſe, in welchem er gebildet wird, verſetzt werden. Was die Eigenſchaft zu detoniren betrifft, ſo bemerkt er, daſs alle bis jetzt bekannte detonirende Körper, die einzige überoxygenirte Salzſäure ausgenommen, aus einer Anzahl Beſtandtheile zuſammengeſetzt ſind, welche ſich in einer andern Ordnung inniger zu verbinden vermögen; daſs aber die detonirende Eigenſchaft des oxygenirt-ſalzſauren Stickſtoffs ſich aus Bildung einer neuen Verbindung nicht erklären laſſe. Man kann ſie daher blos der Trennung der Elemente zuſchreiben. Die Gewalt, mit der dieſes geſchieht, zwingt den Verfaſſer anzunehmen, daſs dieſer Körper eine gewiſſe Menge Wärmeſtoff gebunden enthalte, der, wenn die Elemente ſich trennen, ihre Temperatur erhöhe und ihnen eine ſehr groſse Elaſticität gebe. Ein Umſtand bei der Bildung deſſelben ſpricht für dieſe Meinung: obgleich dabei eine ſehr bedeutende Menge oxgyenirt-ſalzſaures Gas verdichtet wird, ſo ſteigt die Temperatur doch nicht bedeutend. Eine Bemerkung, welche man auch während der Bildung des überoxygenirt-ſalzſauren Kali gemacht hat.

Hr. Dulong wollte die Verbindungen ſeines neuen Körpers, deſſen Eigenſchaften ſo merkwürdig ſind, mit andern Körpern, beſonders mit den Metallen, unterſuchen, aber die ſchweren Un-

glücksfälle, deren Opfer er zwei Mal geworden iſt, zwangen ihn, ſeiner Wiſsbegierde Schranken zu ſetzen. Wir glauben ihn, aus Intereſſe für die Wiſſenſchaft, ermahnen zu müſſen, auf andere Gegenſtände ſeinen Scharfſinn zu verwenden, von dem er der Klaſſe aufs neue Proben gegeben hat in dieſen Unterſuchungen, deren Hauptreſultate er ihr ſchon anvertraut hatte, als ſein erſter Unglücksfall ihn im October 1811 ſie zu unterbrechen zwang *). Wir halten ſeine Abhandlung für würdig, in den Schriften fremder Gelehrten abgedruckt zu werden.

ZUSATZ.

Einige hiſtoriſche Notizen, und vorläufige Nachricht von Sir Davy's Arbeiten über dieſe detonirende Verbindung.

Die Leſer der Annalen kennen dieſen furchtbar detonirenden, dem Zimmtöhl ähnlichen Körper, und ſeine chemiſche Natur; ſchon aus dem, was von Hrn. Berzelius und dem Dr. Marcet darüber in Band 43. S. 442 und 439 geſagt iſt. In der *Bibl. Britann.* bekennt ſich Hr. Ampère zu Paris, *Inſpecteur-gé-*

*) Damals hatte noch niemand dieſer ſonderbaren Verbindung auch nur mit einem Worte gedacht, und wir verdanken Hrn. Dulong ohne allen Widerſtreit die Kenntniſs derſelben. Hrn. Vauquelin war ſie in einem ſeiner frühern Verſuche vorgekommen, er hat aber die Natur derſelben nicht geahnet, und ſie nirgends erwähnt.
Anm. des Berichterſtatters.

néral de l'Université, als der, durch welchen Sir Davy die erſte Nachricht von Hrn. Dulong's Fund zugekommen ſey, und macht, um dieſem die Entdeckung des oxygenirt-ſalzſauren Stickſtoffs zu ſichern, den Brief bekannt, den er an einen Freund Davy's den 25. Auguſt 1812 geſchrieben hatte. Dieſer lautet, wie folgt: „Sie haben unſtreitig gehört, daſs man vor einem Jahre in Paris eine Verbindung von Stickgas „mit Chlorine entdeckt hat, die wie Oehl ausſieht, „ſchwerer als Waſſer iſt, und durch die bloſse Wärme der Hand eben ſo gewaltig wie die knallenden „Metalle detonirt, und dadurch den Entdecker um „ein Auge und einen Finger gebracht hat. Sie wird „durch die bloſse Trennung der beiden Gasarten bewirkt, wie die von Davy's Bruder bekannt gemachte Verbindung von Chlorine mit Sauerſtoff, „und es entbindet ſich dabei ebenfalls viel Licht und „Wärme.“ An Hrn. Pictet ſchrieb Hr. Ampère am 15. März 1813: — — „Dulong ſieht nicht den „glücklichen Zufall, der ihm den neuen Körper kennen lehrte [und zugleich um ein Auge und einen „Finger brachte], ſondern die Beſtimmung der Natur und der Beſtandtheile deſſelben als eine Entdeckung an. In der That iſt weder er, noch der „Cambridger Student, ſondern Vauquelin, der „Erſte, der dieſen Körper geſehn hat. Als dieſer berühmte Chemiker vor beinahe 10 Jahren, in Fourcroy's Laboratorium, Ammoniak mit oxygenirter „Salzſäure, die durch eine ſtarke künſtliche Kälte in „den feſten Zuſtand verſetzt worden war, zuſammenrieb, wurden beide, indem ſie auf einander einwirkten, flüſſig, und es ſetzte ſich auf dem Boden „des Gefäſses dieſer Körper ab, der, als Vauquelin „die Flüſſigkeit abgoſs, ſo ſchnell verflog, daſs er ihn

„nicht untersuchen konnte. Davy hat sich mit dem„selben erst beschäftigt (wie Hr. Marcet angiebt), „nachdem er Nachrichten aus Frankreich, d. i. mei„nen Brief an einen seiner Freunde, den ich genau „kannte, erhalten hatte; und dieser Brief gab die „Natur und die Zusammensetzung des oxygenirt-salz„sauren Stickstoffs an, wie Dulong sie gefunden hat, „als er auf ihn Kupferfeile, unter Wasser, in einer „Flasche wirken liefs, aus der eine Röhre das Stick„gas, (welches sich, während salzsaures Kupfer entstand, „abschied,) in eine Glocke voll Wasser abführte. Die „Entdeckung ist daher, so weit Hr. Dulong sie in „Anspruch nimmt, unstreitig sein Eigenthum.“ So weit Hr. Ampère.

Von Herrn Davy's Versuchen findet sich in Thomson's *Annal. of Philosophy* Jan. 1813 eine Notiz, die zwar sehr flüchtig ist, und einige Unrichtigkeiten enthält, (wie aus Vergleichung mit dem Vorhergehenden und mit dem folgenden Aufsatze hervorgeht,) dennoch aber hier zu stehn verdient. „Vor einiger Zeit erhielt Sir Humphry Davy einen Brief von Paris, der unter andern Particularitäten einen Absatz über folgende Wirkung enthielt: „Ich setze voraus, Sie haben von der in Frankreich gemachten Entdekkung einer Verbindung von Chlorine mit Stickstoff gehört, welche dem, der sie gemacht hat, ein Auge und einen Finger gekostet hat.“ Es wären von Sir Davy schon manche fruchtlose Versuche gemacht worden, eine solche Verbindung hervorzubringen; er durchlief daher gleich nach Empfang dieses Briefs alle neueren französischen Journale, fand in ihnen aber nichts von dieser neuen Verbindung. In seiner Verlegenheit erinnerte ihn Hr. Children an eine vor einiger Zeit in England gemachte Entdeckung einer

weiſsen öhlähnlichen Subſtanz, die ſo flüchtig iſt, daſs ſie ſich nicht hatte anſammeln laſſen, und welche ein Hr. Burton erhalten hatte, als er Chlorine durch eine Auflöſung von ſalpeterſaurem Ammoniak hindurchſtrömen lieſs. Sir Davy benutzte dieſen Wink ſogleich, und es gelang ihm ſehr bald, dieſen öhlartigen Körper zu erzeugen. Er war flüchtig, und verbrannte ſchnell mit einem ſchwachen Verpuffen, als er an der Oberfläche von Waſſer erhitzt wurde. Die Herren Davy, Childern und Warburton kamen überein, dieſen neuen Körper in dem Laboratorio des Hrn. Childern genauer zu unterſuchen. Der Proceſs gelang ihnen ſowohl mit ſalpeterkleeſaurem als mit ſalpeterſaurem Ammoniak, und auch, als ſie die Flaſchen eines Woulffchen Apparats mit Auflöſungen verſchiedner Ammoniakſalze gefüllt hatten und einen Strom Chlorine hindurch trieben. Der neue Körper bildete ſich in dieſen Flaſchen, und detonirte noch während des Verſuchs mit auſserordentlicher Heftigkeit, ſo daſs er die Flaſchen in kleine Stückchen zertrümmerte. Sie ſtellten daher in der Folge ihre Verſuche in kleinen Glasröhren und nur mit Oehlmengen von der Gröſse eines Nadelknopfs an. Dieſer Vorſicht ungeachtet, zerſprang bei einem der Verſuche die Röhre, und ein Stückchen Glas drang in Sir Davy's Auge, und verletzte die Hornhaut. Dieſer unglückliche Zufall verhinderte ihn die Verſuche weiter zu verfolgen. Die HH. Childern und Warburton ſetzten ſie indeſs fort, und haben ſich von folgenden Thatſachen vergewiſſert."

„Wenn dieſer öhlähnliche Körper detonirt, ſo entbindet ſich ein Gas, welches ſich bei der Unterſuchung als Stickgas zeigt. Es ſcheint daher eine Verbindung von Chlorine mit Stickſtoff, und derſelbe Körper zu

seyn, von dem in dem oben erwähnten Briefe die Rede ist. Wird ein wenig von diesem Körper auf Baumöhl oder Terpentinöhl geworfen, so erfolgt eine fürchterliche Detonation. Auch detonirt er, wenn man ihn mit Phosphor in Berührung bringt, doch nicht so stark. Bei allen diesen Detonationen wird bedeutend viel Wärme frei."

Sir Humphry Davy selbst hat von seinen Versuchen mit dieser neuen detonirenden Verbindung *zwei* Notizen in den *Philosoph. Transact.* for 1813 P. 1 eingerückt. Hier stehe vorläufig der Auszug, den daraus die Götting. gel. Anzeigen gegeben haben. „Auf die von einem gewissen Hrn. Ampère aus Paris erhaltene Nachricht von der daselbst gemachten Entdeckung einer Verbindung des Stickgases mit der Chlorine, welche im Aeußern einem Oehle gleiche, und schon durch die bloße Wärme der Hand auf das heftigste explodire, war der Verf. sogleich bemüht, diese merkwürdige Substanz selbst darzustellen. Es glückte ihm auch sehr bald, durch Einwirkung des oxygenirt-salzsauren Gases sowohl auf liquides Ammoniak, als auch auf die Auflösungen verschiedener Ammoniaksalze, insbesondere des salpetersauren und sauerkleesauren Ammoniaks, sich dieselbe zu verschaffen. Auch er fand, daß diese Substanz sich ungemein leicht, unter der heftigsten Explosion zersetzt, nicht nur durch bloßes Erhitzen, sondern auch schon bei der Berührung mit verschiedenen verbrennlichen Körpern, als dem Baumöhl, Terpentinöhl, der Bergnaphtha und besonders dem Phosphor. Obgleich Davy nur mit sehr kleinen Mengen dieser neuen Substanz operirte, deren Volumen das von einem Senfkorn kaum übertraf, so fanden doch in diesen Fällen die allergewaltsamsten Explosionen Statt. Sie

ſcheint mithin alle bis jetzt bekannte explodirende Subſtanzen, ſelbſt das Berthollet'ſche Knallſilber nicht ausgenommen, in Hinſicht der Heftigkeit, mit welcher ſie explodirt, zu übertreffen. Auch die Schnelligkeit der Wirkung ſchien Davy'n gröſser als die der genannten Subſtanzen zu ſeyn. Die Verſuche mit ihr erfordern daher die gröſste Vorſicht, und der Verf. eilte aus dieſem Grunde, dieſe vorläufigen Bemerkungen über ſie bekannt zu machen. Er ſelbſt wurde bei einem der Verſuche mit dieſer Subſtanz, durch das gewaltſame Zerſprengen eines Glasgefäſses, am Auge ſehr ſchwer verwundet, ſo daſs man lange Zeit für ſein Geſicht beſorgt war."

„In der zweiten Notiz beſchäftigt ſich Sir Humphry Davy mit dem *Miſchungs-Verhältniſſe* der merkwürdigen neuen explodirenden Subſtanz. Seinen Verſuchen zu Folge iſt ſie eine Verbindung von Chlorine mit Stickſtoff, und dem Gewichte nach in 100 Theilen zuſammengeſetzt aus 91 Theilen Chlorine und 9 Th. Stickſtoff, oder beſteht dem Volumen nach aus 1 Theile Stickgas und 4 Theilen Chloringas; welches dem von Gay-Luſſac aufgefundenen Geſetze der Verbindungen elaſtiſcher Flüſſigkeiten ganz entſpricht. — Der Verf. beſchlieſst dieſe Abhandlung mit Bemerkungen über die Lehre von den fixen Verhältniſſen der chemiſchen Verbindungen, wovon wir glauben eine Stelle hier wörtlich mittheilen zu müſſen: „Wir haben hier das erſte bekannte Beiſpiel einer Verbindung von 1 Proportion einer Subſtanz mit 4 Proportionen einer andern Subſtanz, ohne intermediäre Verbindungen von 1 und ¼, 1 und 2, und 1 und 3. Dieſes muſs uns vorſichtig machen, in der Annahme von hypothetiſchen Anſichten über die Zuſammenſetzung von Körpern, und den Verhältniſſen der Mengen, nach denen ſie ſich mit einan-

der verbinden. Diejenigen, welche ſchlieſsen, der Stickſtoff müſſe 1 Proportion Sauerſtoff enthalten, weil die Salpeterſäure nicht, wie die Analyſe es giebt, 5 Proportionen Sauerſtoff in ſich ſchlieſsen könne, ſondern nothwendig 6 enthalten müſſe, — möchten völlig mit eben dem Rechte behaupten können, der Stickſtoff müſſe in der Chlorine nach irgend einem Vielfachen der Menge enthalten ſeyn, welche ſich in dieſer explodirenden Verbindung findet. Es ſcheint nicht überflüſſig zu ſeyn zu zeigen, daſs ſich mancherlei Hypotheſen über dieſelben Principien aufbauen laſſen, und daſs ſie alſo alle gleich unſicher ſind. Anſichten dieſer Art mögen den Nutzen haben, den praktiſchen Chemiker in ſeinen Unterſuchungen zu leiten, aber der Naturforſcher muſs ſich ſorgfältig in Acht nehmen, ſie mit Zutrauen zu entwickeln und ſie mit Reſultaten der Erfahrung zu vermengen.“ [Aus dem nächſtfolgenden Aufſatze ſcheint indeſs hervorzugehn, daſs die Miſchung der detonirenden Verbindung eine andere iſt, als die, welche Hr. Davy aufgefunden hat.]

Gilbert.

III.

Ueber die detonirende Verbindung von Chlorine mit Stickſtoff.

von den

HH. Porrett, W. Wilson und Rupert Kirk in London *).

Die Verf. bedienen ſich folgenden Verfahrens, um dieſe Verbindung zu erzeugen. Glasrecipienten, die ungefähr 16 Kubikzoll faſſen, werden über warmem Waſſer mit Chlorine (oxygenirt-ſalzſaurem Gas) gefüllt, und in Schalen, welche eine Auflöſung eines Ammoniakſalzes enthalten, geſetzt **).

*) Frei zuſammengezogen aus *Nicholſ. journ. of natur. philoſ.* 1813. von *Gilbert.*

**) Ein Verfahren, welches einen Studirenden in Cambridge, Hrn. Burton, auf die Entdeckung dieſes merkwürdigen Körpers, doch über ein Jahr ſpäter gebracht hat, als es von Hrn. Dulong in Paris (von dem und deſſen Arbeit die Verff. dieſes Aufſatzes nichts wuſsten), auf einem vortheilhafteren Wege dargeſtellt worden war. Die Entdekkung Burton's war den Verff. im December 1812 aus öffentlichen Blättern bekannt geworden; die Art, dieſen merkwürdigen Körper zu bilden, daſs künſtliche Kälte dieſes befördern ſolle, daſs er furchtbar und auch mit Oehl detonire, und daſs er aus Chlorine und Stickſtoff beſtehe ſolle, war alles, was ſie durch Andere davon wuſsten; alles übrige, was dieſer Aufſatz enthält, lernten ſie erſt durch ihre eignen Verſuche. *Gilbert.*

Sogleich beginnt das Gas verſchluckt zu werden, und die Auflöſung in den Recipienten langſam aufzuſteigen, wobei man an der Oberfläche der Auflöſung etwas wie kleine Fäden entſtehn ſieht, die bis zur Tiefe von 1 Linie unter die Oberfläche herabreichen, und wenn man ſie recht genau beſieht, aus einer Reihe ſehr kleiner Gaskügelchen zu beſtehn ſcheinen. Wenn ungefähr der vierte Theil des Gas verſchluckt iſt, ſo erſcheint in der Regel die detonirende Verbindung an der Oberfläche der Auflöſung als ein dünnes öhliges Häutchen. Die Oberfläche ſieht dann faſt wie eine Landcharte aus. Das Anſteigen dauert fort, und die Menge der detonirenden Verbindung nimmt zu; ſie ſammelt ſich in 2 oder 3 abgeplattete Kügelchen, und dieſe ſinken endlich zu Boden, wenn ſie eine gewiſſe Gröſse erreicht haben. Es wird auf dieſe Art endlich alle Chlorine verzehrt. Nach dieſem Vorgange enthält die Auflöſung freie Salzſäure und etwas von der detonirenden Flüſſigkeit aufgelöſt, ſo weit ſich darüber nach ihrem Geruch und ihrer gelben Farbe urtheilen läſst.

Dieſes Verfahren iſt den Verff. mit Auflöſungen folgender Ammoniak-Salze *gelungen:* von ſchwefelſaurem, phosphorſaurem, ſalzſaurem, ſalpeterſaurem und ſauerkleeſaurem Ammoniak; und des aus Salzſäure, Zink und Ammoniak in Ueberſchuſs beſtehenden, und des durch Sublimation aus ſalzſaurem Ammoniak und Eiſen gebildeten Doppelſalzes.

Nicht gelungen iſt es ihnen mit Auflöſungen kohlenſauren Ammoniaks, und mit denen der Doppelſalze aus Salzſäure, Platin und Ammoniak, und aus Schwefelſäure, Kupfer und Ammoniak in Ueberſchuſs.

Eben ſo wenig glückte es ihnen die Verbindung zu erhalten, wenn ſie ſtatt der Auflöſung eines Ammoniakſalzes, eine Auflöſung von ſalpeterſaurem Blei im Minimo nahmen, ungeachtet auch ſie Stickſtoff enthält.

Folgende Körper *verhindern* durch ihre Gegenwart die Bildung der detonirenden Verbindung: Schwefel aufgelöſt in dem Ammoniak; Schwefelpulver, wenn es in dem Recipienten gegenwärtig iſt; feines Kohlenpulver, das an den innern feuchten Wänden des Recipienten klebt; kohlenſaures Gas (eben ſo auch atmoſphäriſche Luft) $\frac{1}{3}$ ſoviel als Chlorine, dem Raume nach; Waſſerſtoffgas in gleicher Menge als Chlorine.

Was die vortheilhafteſte *Temperatur* betrifft, in der ſich dieſe Verſuche anſtellen laſſen, ſo finden die Verf., daſs es keineswegs rathſam iſt, den Recipienten mit einer Froſtmiſchung zu umgeben. Sie haben die detonirende Verbindung nie erhalten, wenn die Auflöſung oder das Gas bis unter den natürlichen Froſtpunct (52° F.) erkältet waren; die Wände des Recipienten bedecken ſich dann mit einem dünnen Eishäutchen, und ehe man dieſe nicht durch Erhöhung der Temperatur hat verſchwinden gemacht, erhält man die detonirende

Verbindung nicht. Hatten die Auflöſungen der Ammoniakſalze eine Temperatur von 90° F. (32½° C.), ſo ging die Bildung derſelben ſehr ſchnell und in Menge vor ſich. Bei einem Verſuch hatten die Verff. die Auflöſung bis auf 180° F. (82⅔° C.) erhitzt, und fanden nach 10 Minuten, als ungefähr die Hälfte des Gas verſchluckt, und die Temperatur bis 120° F. (48⅞° C.) herabgeſunken war, den Recipienten über der Auflöſung mit der detonirenden Flüſſigkeit bedeckt; ſie rann in kleinen Tröpfchen herab, und dieſe zogen ſich an der Oberfläche der Auflöſung von allen Seiten nach dem Mittelpuncte hin, wo ſie ſich in gröſsere Tropfen vereinigten; eine Art von Deſtillation, welche von den mittleren heiſseſten Theilen des Recipienten aus vor ſich ging und aufhörte, als die Temperatur bis unter 110° F. (43⅓° C.) herabgekommen war; und nun bildete die Flüſſigkeit ein Häutchen an der Oberfläche der Auflöſung.

Dieſen Verſuchen gemäſs geben die Verff. folgende *Theorie* von der Bildung des detonirenden Körpers: Wird z. B. eine Auflöſung von ſalzſaurem Ammoniak in Waſſer mit Chlorine in Berührung gebracht; ſo zerſetzt derjenige Theil dieſes Gas, der von der Auflöſung verſchluckt wird, Ammoniak, indem er ſich mit dem Waſſerſtoff deſſelben zu Salzſäure verbindet; der frei werdende Stickſtoff verbindet ſich mit einem andern Antheil Chlorine, und bildet damit die detonirende Verbindung. Dieſe iſt auflöslich in der gasförmigen Chlorine,

und erſcheint daher erſt dann ſichtlich, wenn die Chlorine ſo weit verſchluckt iſt, daſs ſie ſie nicht mehr ganz aufgelöſt enthalten kann. Der Ort, wo dieſes geſchieht, (ob an der Oberfläche der Flüſſigkeit oder an einer Stelle der Glaswände,) hängt von der Temperatur der Auflöſung und der Recipienten, und von der Geſtalt des obern Theils dieſes letztern ab. — Dieſelbe Erklärung paſst auf alle Ammoniakſalze mit unverbrennlichen Säuren, (die einzige Kohlenſäure ausgenommen); alle dieſe Säuren wirken nur dadurch mit, daſs ſie das Ammoniak durch ihre Verwandtſchaft zu denſelben zurückhalten, indem die Chlorine auf freies Ammoniak einestheils zu ſchnell einwirken würde, anderntheils die detonirende Verbindung mit freiem Ammoniak nicht beſteht.

Dieſe letztere Behauptung dürfte auffallen, da ſich die detonirende Verbindung erhalten läſst, wenn man Chlorine über eine Auflöſung von reinem ätzenden Ammoniak ſperrt. In dieſem Falle iſt aber das ſalzſaure Ammoniak, welches ſich bildet, wenn Chlorine und ätzendes Ammoniak ſich gegenſeitig zerſetzen, das wahre Wirkungsmittel, welches mit der Chlorine die detonirende Verbindung erzeugt.

Iſt mehr freies Ammoniak vorhanden, als die Chlorine zerſetzen, und die ſich bildende Salzſäure neutraliſiren kann, ſo wird alle Chlorine dazu verwendet, ſalzſaures Ammoniak zu bilden, und es entſteht nichts von der detonirenden Verbindung; das Stickgas, welches frei wird, nimmt, wenn der

Verſuch beendigt iſt, $\frac{1}{3}$ des Raums ein, als zuvor die Chlorine. Die einzigen Producte ſind in dieſem Falle die Salzſäure des ſalzſauren Ammoniaks und das Stickgas. — Iſt dagegen mehr Chlorine vorhanden, als erfordert wird, alles Ammoniak zu neutraliſiren, oder, was noch beſſer iſt, iſt das Ammoniak durch eine Säure neutraliſirt, ſo findet ſich der Stickſtoff nach dem Verſuche nicht frei, ſondern mit einem Antheil der überflüſſig vorhandenen Chlorine, in Geſtalt der detonirenden Flüſſigkeit, verbunden. In dieſem Falle ſind alſo die Producte, Salzſäure, welche im Waſſer zurückbleibt, und die detonirende Verbindung. — Im erſtern Falle verbindet ſich die Chlorine blos mit einem der Beſtandtheile des Ammoniaks, nämlich mit dem Waſſerſtoff; im zweiten Falle mit beiden, dem Waſſerſtoff und dem Stickſtoff.

Durch folgendes Verfahren ſuchten die Verff. das *Miſchungs-Verhältniſs* zu finden, in welchem Chlorine und Stickſtoff in dem detonirenden Körper mit einander vereinigt ſind.

Sie nahmen zwei dem Anſehn nach gleich groſse Kügelchen der detonirenden Flüſſigkeit, welche durch gleiche Mengen Chlorine gebildet worden waren. Das eine zerſetzten ſie durch flüſſiges ätzendes Kali; dabei entband ſich 0,8 Kubikzoll Gas, in welchem Phosphor brannte, und 0,66 Kub. Zoll Gas als Rückſtand liefs. Das zweite wurde durch flüſſiges ätzendes Ammoniak zerſetzt; dabei entbanden ſich 1,1 Kub. Zoll Gas; Phosphor brannte darin

nicht; vermehrte aber den Raum des Gas bis auf 1,3 Kub. Zoll. Nimmt man nun an, dafs nach der Einwirkung des Phosphors beide Gasrückstände in gleichem Zuſtande waren, das heifst, dafs gleiche Volumina derſelben gleich viel Phosphor aufgelöſt enthielten, ſo kann man von der Correction wegen der Raumvermehrung durch den Phosphor abſehn, und eben ſo, da Wärme und Druck der Luft in beiden Fällen dieſelben waren, von den Correctionen wegen dieſer beiden Umſtände. Folglich laſſen ſich die in beiden Fällen entbundenen Volumina Stickgas durch die Zahlen 66 und 130 darſtellen, und durch 64 das Volumen des Stickgas, welches durch das flüſſige ätzende Ammoniak mehr als durch die wäſſerige Kali-Auflöſung hervorgebracht war. Da nun 3 Maafs Chlorine, welche Ammoniak zerſetzen, 1 Maafs Stickgas erzeugen, wie wir vorhin geſehn haben, ſo wird das Volumen der Chlorine, welche die 64 Maafs Stickgas aus dem Ammoniak entwickelte, durch 192 dargeſtellt. Folglich mufs die detonirende Verbindung beſtehn aus 192 Maafs Chlorine auf 66 Maafs Stickgas, und alſo aus 3 Maafs Chlorine gegen 1 Maafs Stickgas, bis zu einem Grade condenſirt, den die Verff. noch nicht haben ſchätzen können.

Die Verff. hatten, als ſie die erſte Hälfte ihrer Arbeit bekannt machten, dieſe Analyſe noch nicht wiederholt, und ſetzten daher nicht viel Vertrauen auf die Reſultate; es kam ihnen damals mehr darauf an, die einfache und leicht auszuführende Me-

thode dieſer Analyſe nachzuweiſen, und ſie hoffte in kurzem genauere Reſultate bekannt machen zu können. In der That fand ſich auch bei der Fortſetzung ihrer Verſuche, daſs dieſe Analyſe ſie zu falſchen Reſultaten geführt hatte, wovon weiterhin die Rede ſeyn wird.

Phyſikaliſche Eigenſchaften dieſer neuen Verbindung: Sie iſt honiggelb, ſehr flüſſig, und ausnehmend flüchtig. An der freien Luft verfliegt ſie faſt im Augenblicke, und verbreitet dann einen eigenthümlichen, durchdringenden Geruch, der die Augen angreift und Thränen macht. Auf die Lungen ſcheint ſie indeſs minder ſtark und ſchädlich als die Chlorine zu wirken; und die Verff. haben nahe bei einer Auflöſung, von deren Oberfläche ſie verdunſtete, nur wenig Beſchwerde empfunden. In einer Auflöſung rothen ſchwefelſauren Eiſens vom ſpecif. Gewichte 1,578 ſank ſie ſehr langſam zu Boden; die Verff. ſchätzen daher ihr ſpecif. Gewicht auf 1,6. Selbſt unter der Oberfläche des Waſſers oder der Auflöſung, durch die ſie gebildet worden, verſchwindet ſie nach einiger Zeit, und dieſe ihre groſse Flüchtigkeit macht es ſchwierig, ſie aufzubehalten. Läſst man indeſs nur wenig Waſſer oder Luft mit ihr in Berührung, und verhindert durch Druck die Dämpfe zu entweichen, ſo kann man ſie ſo lange aufheben, als man will. Die Verff. thun dieſes in kleinen 9 Zoll langen, an dem einen Ende zugeſchmolzenen Glasröhren. Dieſe füllen ſie zuerſt mit der Auflöſung, die zum Bilden der de-

tonirenden Flüſſigkeit gedient hat, gieſsen dann von dieſer ſo viel, daſs ſie wenigſtens ¼ Zoll einnimmt, hinein, und heben von der Auflöſung etwas heraus, damit auch Luft in der Röhre ſey, und ſie ſich vor dem Löthrohr zuſchmelzen laſſe*). Zerbricht man dieſe Röhren, ſo entweicht der Dampf mit einer ſolchen Kraft, daſs er ein groſses Geräuſch macht.

Anfangs machte es ihnen groſse Mühe, die detonirende Flüſſigkeit aus einem Gefäſs in ein anderes zu bringen, weil ſie dieſes in einem kleinen Löffel aus Eiſenblech thaten, den ſie in der Auflöſung unter die Flüſſigkeit zu bringen ſuchten. Die Flüſſigkeit kömmt dabei in Bewegung, und ſteigt oft zur Oberfläche an, verbreitet ſich über ſie und verſchwindet in der Luft. Späterhin bedienten ſich die Verff. dazu einer kleinen Spritze, die ihrer Erwartung beſtens entſprach. Sie beſteht aus einer Glasröhre von der Dicke einer Federſpuhle (Taf. I. Fig. 7.), welche an dem einen Ende offen, an dem andern zugeſchmolzen iſt, und hier nur im Mittelpuncte ein kleines kreisrundes Loch *b* hat. Der Kolben *c* beſteht aus Baumwolle, die um ein hölzernes Stäbchen oder einen Meſſingdrath gewun-

*) Die Verff. haben ſpäterhin gefunden, daſs um die detonirende Flüſſigkeit auf dieſe Art lange aufzubewahren, ſie nicht blos wenigſtens ⅓ des Raums der Röhre einnehmen, ſondern auch des Waſſers verhältnifsmäſsig gegen die mit eingeſchloſſene Luft nur ſehr wenig ſeyn müſſe. In zu vielem Waſſer verſchwindet ſie nach einigen Monaten ganz, und findet ſich darin aufgelöſet.

den ist. Die detonirende Flüssigkeit läßt sich mit dieser Spritze sehr leicht und langsam, und nur mit wenig Auflösung vermengt einziehn, und wieder hinaustreiben; auch wenn man die Röhre schief hält, darin erhalten, und von einem Orte zu einem andern bringen. Die Hauptregel bei dem Gebrauch derselben ist, die Röhre rein und frei von Fett, Oehl und andern verbrennlichen Körpern, mit der die Flüssigkeit detoniren und Gefahr bringen könnte, zu erhalten. Dieselbe Vorsicht ist in Rücksicht aller andern Gefäfse, deren man sich zu diesen Versuchen bedient, zu beobachten. Auch rathen die Verff. jedem, der Versuche mit diesem detonirenden Körper anstellen will, das Gesicht durch eine Maske und die Hände durch Handschuhe zu sichern.

Die Verff. bemerken noch ausdrücklich, dafs obgleich nach mehr als zweihundert Versuchen, dieser Körper nur detonirt, wenn er in Berührung mit einem verbrennlichen Körper ist, oder wenn die Temperatur bis über 200° F. (93½° C.) erhöht wird, ihnen doch dreimal Detonationen vorgekommen sind, bei welchen er blos mit kaltem Wasser in Berührung war; diese Explosionen waren ihnen völlig unerwartet, fügten ihnen aber keinen ernstlichen Schaden zu, und sie haben die Ursache derselben nicht entdecken können.

Um den *Einfluss der Temperatur* auf die detonirende Verbindung kennen zu lernen, brachten die Verf. die Kügelchen derselben in eine kleine mit

Dampf der detonirenden Flüſſigkeit erfüllte jene 7 Zoll *).

Noch war etwas dieſer Flüſſigkeit in dem Schälchen tropfbar flüſſig; auch dieſes verſchwand, als ſie den obern Theil der innern Röhre bis 100° F. erwärmten. Nach dem Erkalten nahm die Queckſilberſäule nur noch eine Länge von 22 Zoll ein. Nun wurde die innere Röhre wieder herabgelaſſen, bis das Queckſilber in ihr und in der äuſseren im Niveau war; der detonirende Körper wurde wieder tropfbar flüſſig, es blieben aber $\frac{7}{8}$ Zoll einer bleibend-elaſtiſchen Flüſſigkeit zurück, welche die Verff. durch einen Zufall zu unterſuchen verhindert wurden. Da ſie beim Hereinſenken der innern Röhre einige Luftblaſen durch das Queckſilber heraufſteigen ſahen, welche von dem mit der Auflöſung befeuchteten Theile der Glaswände ausgingen, ſo glaubten ſie, dieſe kleine Gasmenge rühre aus der Auflöſung her, welche wahrſcheinlich etwas Dampf der detonirenden Flüſſigkeit verſchluckt habe.

Sie wiederholten dieſen Verſuch in der Hoffnung, den Dampf der Flüſſigkeit zerlegen zu können, wenn ſie ihn in der Röhre ſo ſtark erhitzten, daſs er detonirte. Zu dem Ende ſchoben ſie ein rothglühendes Stück eines Flintenlaufs über den

*) Um hieraus die Elaſticität der Dämpfe des detonirenden Körpers berechnen, und den Siedepunct deſſelben beſtimmen zu können, müſsten die Lufttemperatur und der Barometerſtand bekannt ſeyn; beide geben die Verff. nicht an. *Gilbert.*

obern Theil der innern in die Höhe gezogenen Röhre; dieſe zerſprang aber augenblicklich. Es iſt ihre Abſicht, den Verſuch mit einer ſtärkern Röhre zu wiederholen.

Unterzeichnet, London, 16. Febr. 1813.

Fortſetzung dieſer Verſuche,

unterzeichnet, London, 16. März 1813.

Die Verff. ſetzten die beiden Enden eines *galvaniſchen Trogapparats* aus 50 Paar 6 zölliger Platten, der mit ſchwacher Salzſäure gefüllt war, durch die freien Spitzen zweier mit Glas bedeckter Platindrähte, mit einem unter Waſſer befindlichen Kügelchen des detonirenden Körpers in Verbindung. In dieſem erfolgte nur eine ſehr geringe oder gar keine Wirkung, ſo daſs er ein Nicht-Leiter zu ſeyn ſcheint. Kleine Luftbläschen, die dann und wann von ihm aufſtiegen, ſchienen der Waſſerzerſetzung anzugehören, welche mit Heftigkeit vor ſich ging. Ohne Waſſer oder eine andere fremde Flüſſigkeit läſst ſich der Verſuch wegen der groſsen Flüchtigkeit der detonirenden Verbindung nicht anſtellen.

Folgendes ſind die Reſultate, welche die Verff. aus ihren Verſuchen ziehn, die ſie über die *Einwirkung anderer Körper auf die detonirende Verbindung* angeſtellt haben. Beide wurden unter Waſſer in Berührung gebracht, und zwar mehrentheils in einem eiſernen Löffel; nur da, wo es darauf an-

kam, daſs des Waſſers möglichſt wenig ſey (wie z. B. mit Alkohol, Aether etc.), nahmen ſie ſtatt des Löffels ein Papierfiltrum, und brachten den andern Körper zu dem detonirenden erſt dann, wenn faſt alles Waſſer durch das Filtrum abgelaufen war.

Keine Wirkung erfolgte mit folgenden Körpern: *Zian, Zink, Schwefel*, tropfbar-flüſſigem *Schwefel-Waſſerſtoff* oder *Schwefel-Alkohol*, natürlichem *Schwefel-Spieſsglanz, rothem Schwefel-Queckſilber, Kohle, Gagat*, dem *harzigen Körper*, welchen man in Highate-Hill findet, *Schellack, Scammonium, Weihrauch, Ammoniacum, Aloes hepatica, Wachs, Wallrath, Adipocire, Butter, Schweinefett, Alkohol, Schwefeläther, Salpeteräther, Zucker, Manna, Gummi Senegal, Stärke, Indigo, Kino, Catechu, Campecheholz-Tinctur, Benzoeſäure*, trocknem *Eyweifs, blauſaurem Eiſen*, kryſtalliſirtem *blauſaurem Kali, Schwefelſäure, Salpeterſäure, Salzſäure* und *Phosphorſäure*.

Detonation bewirkten folgende Körper: Mit Schwefel überſättigter Schwefel-Waſſerſtoff *(ſuperſulphurated hydrogen)*, gebildet durch Zuthun von Schwefel-Waſſerſtoff-Kali zu Salzſäure, heftig; — *Phosphor*, ſehr heftig; — *Phosphor-Kalk*, heftig; — *Phosphor*, aufgelöſt in tropfbarem Schwefel-Waſſerſtoff, heftig; — *Kautſchuk*, heftig; — *Myrrhe; Phosphor-Kampfer; Palmenöhl; Ambra; Wallfiſchthran* und *Baumöhl*, bei beiden ſcheidet ſich Kohlenſtoff ab; kampferhaltiges und

ſchwefelleberhaltiges *Baumöhl*, beide heftig; *Baumöhl* durch Kochen über Queckſilber-Oxyd verdickt, brauſt auf und detonirt; *Leinöhl*; *Terpenthinöhl*, heftig; eben ſo *Theeröhl*, *Bernſteinöhl*, *Steinöhl*, *Orangenöhl*; — *Naphtha* brauſt ſchnell auf und detonirt; — *Silberſeife*, aus ſalpeterſaurem Silber, detonirt heftig mit einer blauen Flamme; eben ſo, doch mit weiſser Flamme *Seife* aus beiden ſalpeterſaueren Queckſilbern, aus ſalpeterſaurem Kupfer, ſalpeterſaurem Blei, und ſchwefelſaurem Mangan, auch *Bleipflaſter*; — reines geſchmolzenes *Kali* detonirt, vermöge der Wärme, welche ſich beim Auflöſen deſſelben in wenig Waſſer entbindet; — Auflöſung von reinem *Ammoniak* detonirt heftig; *Phosphor-Waſſerſtoffgas* verſchwindet ſogleich und detonirt; — *Salpetergas* verſchwindet und detonirt heftig mit blauer Flamme.

Ein *bloſses Aufbrauſen* bewirkten: *Queckſilber* und *Kupfer*, ſchwach, wobei beide Metalle nach gerade anliefen; — gemeines *Harz*; *Ochſengallenharz*, ſchwach; Auflöſung von *Harz* oder von *Gummilak* in Alkohol, ſtark; — *Phosphor-Aether*; ſehr heftig; — *Kali-Seife*; ſtark; *Seife* aus ſalpeterſaurem Baryt, Strontian oder Kalk, und aus ſchwefelſaurer Magneſia ſchwach; aus Alaun ſtark; aus ſalzſaurem Zinn und ſalpeterſalzſaurer Kobalt-Auflöſung; — *Aetzende Kali-Auflöſung*; — verdünnte *Ammoniak-Auflöſung*, ſtark; — *Kalk*; *kohlenſaurer Kalk*; *rothes Bleioxyd*.

In *Verbindung* treten mit dem detonirenden Körper: *Asphalt*, unter lebhaftem Aufbrauſen, wobei er zur Oberfläche des Waſſers aufſteigt und dort ein Häutchen zurück läſst; eben ſo *Kopal*, *Maſtix*, *Euphorbium*, *Guayac*, *Aſſafoetida*, *Kampfer* *), *Muskatenöhl*, *Oehl* von Seife durch Schwefelſäure oder Salpeterſäure abgeſchieden, und *Natron-Seife*. Verbindung erfolgt auch mit *elaſtiſchem Bitumen*; *Burgunder-Pech* unter Aufbrauſen; *Schwefel-Kampfer*, mit Chlorine geſättigtem *Palmöhl*; *Baumöhl* oder *Terpenthinöhl*, oder über ätzendem Sublimat gekochten *Baumöhl*; *Benzoeöhl*, unter Aufbrauſen und Farbeveränderung in Blutroth.

In *Adhäſion* mit demſelben treten: *Kannelkohle* unter leichtem Brauſen, und *Sandarak*.

Die detonirende Verbindung *verſchwindet* mit *ſalpeterſaurem Silber*, wobei ſalzſaures Silber entſteht; und unmittelbar, wenn ſie mit irgend einem luftförmigen Körper in Berührung kömmt, und zwar mit *Waſſerſtoffgas*, unter Volumen-Vergröſserung; mit *Phosphor-Waſſerſtoffgas* unter Detonation; mit *Schwefel-Waſſerſtoffgas* unter Niederſchlagen

*) Der Kampfer verbindet ſich in bedeutender Menge mit dem detonirenden Körper, welcher ſeine gewöhnliche Farbe und ſein Anſehn behält, und an der Oberfläche des Waſſers wieder entweicht; Phosphor und weſentliche Oehle entzünden den detonirenden kampferhaltenden Körper, und Schwefeläther ſcheidet aus ihm den Kampfer ab. Thut man bei der Bildung der detonirenden Verbindung etwas Kampfer in die Chlorine, ſo entſteht dieſer Körper.

von Schwefel, wobei das Gas undurchsichtig wird; mit *Schwefel-Wasserstoffgas* unter Niederschlag von Arsenik, und mit *Salpetergas* unter heftiger Detonation; mit *Sauerstoffgas*, *Stickgas*, *atmosphärischer Luft* und *ölerzeugendem Gas* ohne eine andere Erscheinung*).

Dass die vielen hier angegebenen Resultate nicht alle gleich genau sind, soviel Sorgfalt die Verff. auch auf die Versuche gewandet haben, gestehn sie unverholen, da sie den grössten Theil derselben nur erst ein einziges Mal angestellt hat-

*) Um die detonirende Verbindung in eingeschlossene Räume irgend eines Gas zu bringen, diente den Verff. der in Fig. 9. abgebildete Apparat. Der Recipient *e* steht in einem Wasserbade *f*, und ist oben mit einem Hahnstücke *b* versehn, an das sich ein zweites Hahnstück *c* mit der daran befestigten Blase *d* anschrauben läßt. Durch die mit Fett beschmierten Lederringe, welche das Hahnstück *b* luftdicht schliessen machen, geht ebenfalls luftdicht eine Schnur, an der eine kleine elfenbeinerne Schale *a* hängt, die ein sehr kleines Loch in ihrem Mittelpuncte hat. Soll der Apparat gebraucht werden, so zieht man diese Schale so weit herunter, dass sie sich ausserhalb des Recipienten bringen läßt, schraubt die Blase ab und füllt sie mit der Gasart, saugt, nachdem der Hahn *b* geöffnet worden, den Recipienten voll Wasser, verschliesst diesen Hahn; schraubt die Blase wieder auf, legt ein kleines Stückchen Löschpapier in die Schale *a*, bringt auf dasselbe ein Kügelchen der detonirenden Verbindung, und zieht dann die Schale in den Recipienten bis zu einer beliebigen Höhe hinauf. Oeffnet man nun die beiden Hähne, so sinkt das Wasser aus dem Recipienten, und das Gas aus der Blase steigt in ihn hinein; und ist alles Wasser aus der Schale durch das Löschpapier durchgesickert, so kömmt die detonirende Verbindung mit dem Gas in Berührung, worauf die Wirkung sogleich erfolgt.

ten, und ſie bei Wiederholung einiger derſelben fanden, daſs manchmal ſehr kleine Umſtände den Erfolg abändern. Doch glauben ſie folgende Thatſachen aus ihnen ableiten zu dürfen:

1) Die brennbaren Körper wirken auf die detonirende Verbindung am kräftigſten, doch mit Ausnahme des *Alkohols* und des *Aethers*, die auf ſie keine Wirkung äuſsern.

2) Die Wirkung der detonirenden Verbindung hat viel Aehnliches mit der der Chlorine und der Euchlorine, die durch ſtarke Schwefelſäure aus überoxygenirt-ſalzſaurem Kali im Zuſtande von Verdichtung abgeſchieden iſt, und ebenfalls flüchtige Oehle, Kautſchuk, Phosphor, Ammoniak u. ſ. f. entzündet. Daher ſcheint es, daſs die mehrſten jener Wirkungen der verdichteten und nur ſchwach gebundenen Chlorine in der detonirenden Verbindung zuzuſchreiben ſind.

3) Einige verbrennliche Körper vereinigen ſich ohne Zerſetzung mit der detonirenden Verbindung, z. B. der *Kampfer*.

4) Iſt ein verbrennlicher Körper zuvor mit Chlorine geſättigt worden, ſo findet ſich ſeine Einwirkung auf die detonirende Verbindung aufgehoben oder ſehr geſchwächt.

5) Thieriſche Körper ſcheinen im Allgemeinen minder kräftig, als die ihnen analogen vegetabiliſchen Körper auf die detonirende Verbindung zu wirken, wovon die Wirkungsloſigkeit von Adipo-

cire, Wallrath, Butter und Speck auffallende Beispiele abgiebt.

6) In der Wirkung der aus Salzauflösungen und Seifen-Auflösung durch doppelte Zersetzung gebildeten erdigen und metallischen Seifen findet, eine merkwürdige Verschiedenheit Statt; die erdigen Seifen detoniren nicht mit der detonirenden Verbindung, eben so wenig die aus salzsauren Metallauflösungen gebildeten metallischen Seifen, wohl aber die, welche von salpetersauren Metall-Auflösungen herrühren.

Die Verfasser haben bei der Fortsetzung ihrer Versuche vorzügliche Sorgfalt auf Wiederholung der *Analyse der detonirenden Verbindung*, welche sie *S.* 62. beschrieben haben, gewendet. Schon damals hatten sie darauf aufmerksam gemacht, wie sehr diese Zerlegung einer Bestätigung bedürfe, indem sie von ihnen erst ein einziges Mal sey angestellt worden; und in der That fanden sie nun zwei wesentliche Quellen von *Irrthum*. Die erste floss aus der Unvollkommenheit der Mittel, deren sie sich bedient hatten, um von dieser Verbindung zwei Kügelchen von gleichen Gewichten zu erhalten; die zweite daraus, dass bei der Zerlegung der detonirenden Flüssigkeit durch Kali viel zu viel Wasser mit ihr in Berührung gewesen war, ein Umstand dessen Einfluss die Verff. damals nicht kannten, der aber macht, dass sie zu wenig Stickgas hatten. Bei der Fortsetzung ihrer Versuche ist es ihnen endlich geglückt, diese Schwierigkeiten beide zu überwinden.

Eine kleine gläſerne Spritze, wie ſie in Fig. 10 abgebildet iſt, die ſich in eine in Zehntel-Zoll eingetheilte enge Röhre, wie man ſie zu Thermometern braucht, endigte, diente ihnen, mit genau bekannten Gewichten der detonirenden Verbindung zu operiren. Ein Zoll der Röhre faſste genau 5,3 Grain reines Queckſilber, und alſo nur 0,625 Grain der detonirenden Flüſſigkeit, deren ſpecif. Gewicht nach den Verſuchen der Verff. 1,6 beträgt, während die des Queckſilbers 13,568 iſt. — Um die Anweſenheit von zu vielem Waſſer bei der Zerſetzung zu vermeiden, bewerkſtelligten ſie dieſe jetzt über Queckſilber, auf folgende Weiſe:

Eine kleine Flaſche mit eingeriebnem Glasſtöpſel, die ſie durch Abſchneiden des Bodens in einen Recipienten verwandelt hatten, tauchten ſie bis an den Hals in einen kleinen pneumatiſchen Queckſilber-Apparat, füllten dann den Hals mit einigen Tropfen Waſſer an, brachten mittelſt der Spritze 0,625 Grain der detonirenden Flüſſigkeit hinein, ſetzten den Glasſtöpſel ein, und hoben den Recipienten ſo gefüllt auf den Stand des Queckſilber-Apparats. Sie löſten dann reines ätzendes Kali in möglichſt wenig Waſſer auf, und ließen dieſe Auflöſung durch das Queckſilber zu der detonirenden Verbindung hinaufſteigen; im feſten Zuſtande darf dieſes Kali nicht ſeyn, weil ſonſt die Erhitzung, die entſteht, wenn es dort mit dem wenigen Waſſer zuſammentrifft, die Verbindung augenblicklich zum Detoniren bringt. Gerade ſo

bewerkſtelligten ſie die Zerſetzung durch ätzendes Ammoniak, wobei dieſes aber mit einem dem ſeinigen gleichen Volumen Waſſer verdünnt ſeyn muſs, weil es ſonſt ebenfalls die Verbindung augenblicklich detoniren macht.

Nachdem die Verff. ihr Verfahren auf dieſe Weiſe verbeſſert hatten, gelangten ſie bei mehrmaliger Wiederholung der Analyſe zu ganz übereinſtimmenden Reſultaten, und glauben daher dieſe nun mit Zuverläſſigkeit geben zu können, wozu die Erzählung zweier dieſer Verſuche hinreicht, welche beide bei einem Barometerſtande von 30,4 engl. Zollen und einem Thermometerſtande von 55° F. ($12\frac{2}{3}$° C.) angeſtellt wurden.

Es gaben 0,625 Grain der detonirenden Verbindung, als ſie durch *Kali-Auflöſung* auf die eben beſchriebene Weiſe zerſetzt wurden, 0,25 Kubikzoll Gas, welches ſich, nachdem Phosphor darin ſublimirt worden, auf 0,245 Kub. Zoll vermindert fand. Da es Phosphor-Stickgas war, ſo iſt für die Vergröſserung des Raums des Stickgas durch den Phosphor, welchen es aufgelöſt enthielt, $\frac{1}{40}$ dieſes Volums abzuziehn; und reducirt man die übrig bleibenden 0,239 Kub. Zoll auf die mittlere Temperatur und den mittlern Luftdruck, ſo erhält man 0,2447 Kub. Zoll reines Stickgas als Reſultat der Zerlegung der detonirenden Verbindung.

Dagegen gaben 0,625 Grain der detonirenden Verbindung, als ſie durch eine mit ihrem eignen Volumen Waſſer verdünnte *Ammoniak-Auflöſung*

zerſetzt wurden, 0,395 Kub. Zoll Gas, welche Phosphor in 0,41 Kub. Zoll verwandelte. Zieht man davon $\frac{1}{40}$ ab, und reducirt ſie dann auf mittlere Temperatur und Druck, ſo findet ſich, daſs ſie 0,4095 Kub. Zoll reines Stickgas, als Reſultat der Zerſetzung ſowohl der detonirenden Verbindung, als des Ammoniaks durch die Chlorine jener Verbindung gaben.

Alſo betrug die Menge des Stickgas, welche von dem Ammoniak herrührte, das durch die Chlorine der detonirenden Verbindung zerſetzt wurde, 0,4095 — 0,2447 = 0,1648 Kub. Zoll. Un da die Chlorine, welche dieſe Zerſetzung bewirkte, den 3fachen Raum einnimmt (S. 61), ſo muſsten 0,625 Grain der detonirenden Verbindung 0,4944 Kub. Zoll Chlorine-Gas in ſich ſchlieſsen. Und dieſe waren, nach dem erſten dieſer Verſuche, mit 0,2447 Kub. Zoll Stickgas vereinigt.

Nun aber wiegen 0,2447 Kub. Zoll *Stickgas*, nach den Wägungen der HH. Biot und Arago, 0,0735 Grain, und 0,4944 Kub. Zoll *Chlorine-Gas*, den Beſtimmungen der HH. Gay-Luſſac und Thenard zu Folge, 0,3724 Grain; beide zuſammen alſo 0,4459 Grain. Es *fehlen* folglich an den 0,625 Grain der detonirenden Verbindung, welche zerſetzt worden waren, 0,1791 Grain; und alſo muſste entweder die Analyſe der Verff. falſch ſeyn, oder die Verbindung noch irgend einen andern Beſtandtheil als Stickſtoff und Chlorine enthalten.

Von der Richtigkeit ihrer Analyse glauben die Verff. sich überzeugt halten zu können, weil sie sie mehrmals wiederholt und immer einerlei Resultate erhalten haben *). Die detonirende Verbindung müsse also, schliessen sie, etwas andres als oxygenirt-salzsaurer Stickstoff seyn, und ausser Chlorine und Stickstoff noch irgend einen dritten Bestandtheil enthalten. Aber welchen? Da bei der einfachsten Art sie zu bilden keine andern Körper als Chlorine, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff ins Spiel kommen, müsse, behaupten die Verff., dieser dritte Bestandtheil entweder *Sauerstoff* oder *Wasserstoff* seyn.

Das *erstere*, bemerken sie, sey im höchsten Grade unwahrscheinlich, und mit den Resultaten ihrer Versuche im Widerspruche. Denn dann

*) Bei Analysen mit so ausserordentlich keinen Mengen eines Körpers, wie 0,625 engl. Grain einer Flüssigkeit, deren specif. Gewicht 1,6 ist, und die daher nur $2\frac{2}{3}$ engl. Kubiklinie Raum einnahm, scheint es rathsam zu seyn, um von der Zuverlässigkeit derselben sich zu vergewissern, sie nicht mit einerlei, sondern mit bedeutend *ungleichen* Mengen zu wiederholen. Ein 12 Linien langer Cylinder von $2\frac{2}{3}$ Kub. Linien Inhalt hat nur $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser; blieb daher an der Wand der Glasspritze, mit der die 0,625 Grain der detonirenden Flüssigkeit eingesogen, abgemessen und in den Hals des Recipienten übergebracht wurden, von diesem ähnlichen Körper auch nur ein Ueberzug $\frac{1}{10}$ Linie dick hängen, so würde dieses schon einen Ausfall von mehr als $\frac{1}{3}$ Kubiklinie, oder von beinahe $\frac{1}{7}$ der ganzen angewendeten Menge gegeben haben. Dieses Umstands wegen würde ich einiges Bedenken haben, den Schlüssen völlig beizustimmen, welche die Verff. aus ihrer Analyse ziehn.

Gilbert.

hätte bei der Zerſetzung der detonirenden Verbindung mit Ammoniak, dieſer Sauerſtoff entweder in Gasgeſtalt frei werden, oder ſich mit Waſſerſtoff des Ammoniaks zu Waſſer vereinigen, und in dieſem letztern Falle 5 Mal mehr Stickgas, als durch die Chlorine geſchieht, abſcheiden müſſen, (weil ein gegebnes Gewicht Sauerſtoff ſich mit 5 Mal ſo viel Waſſerſtoff, als daſſelbe Gewicht Chlorine verbindet.) Sie würden dann alſo nicht zu wenig, ſondern viel zu viel Stickgas erhalten haben.

Es bleibe alſo, folgern ſie, nichts übrig, als anzunehmen, daſs die detonirende Verbindung *Waſſerſtoff* enthalte. In welchem Verhältniſſe dieſes auch ſey, ſo müſſe dieſer Waſſerſtoff entweder ſchon mit einer gewiſſen Menge Chlorine verbunden ſeyn, oder erſt bei der Zerſetzung mit ihr in Verbindung treten; denn nur dadurch könne die zerſezzende Wirkung der Chlorine auf das Ammoniak gehemmt, und bewirkt werden, daſs bei der Zerſetzung des Ammoniaks durch die detonirende Verbindung nicht ein volles Drittel ſo viel Stickgas abgeſchieden werde, als Chlorine-Gas in dieſer Verbindung ſey, indem dann ein Theil dieſes letzteren Gas ſich mit dem Waſſerſtoff der Verbindung und nicht mit dem des Ammoniaks neutraliſire. Daher fehle bei der obigen Analyſe nicht blos der Waſſerſtoff, ſondern auch der Theil der Chlorine, welcher ſich mit ihm verbunden habe. Von beiden treten aber mit einander gleiche Volumina, oder dem Gewichte nach 1 Theil Waſſerſtoff mit 30,148 Theilen Chlorine in

Verbindung. Folglich müſſen die fehlenden 0,1791 Grain aus 0,00575 Grain Waſſerſtoff und 0,17335 Grain Chlorine, oder dem Volumen nach aus 0,23012 Kub. Zoll Waſſerſtoffgas und aus eben ſo viel Chlorine-Gas beſtehn.

Werden dieſe Beſtandtheile zu den vorhin aufgefundenen hinzu gerechnet, ſo erhalten wir folgende, welche in 0,625 Grain der detonirenden Verbindung enthalten ſind:

	Grain		in Gasgeſtalt	
Chlorine	0,54575,	oder	0,7245	Kub. Zoll
Stickgas	0,07550,	oder	0,2447	—
Waſſerſtoffgas	0,00575,	oder	0,2301	—
	0,625		1,1993	

Und dieſes Gas-Volumen iſt in der detonirenden Verbindung bis zu dem 777ſten Theil ſeines Raums verdichtet. Und wäre aller Waſſerſtoff mit Chlorine zu Salzſäure verbunden, ſo würden dieſe Beſtandtheile ſeyn:

	Grain		in Gasgeſtalt	
Salzſäure	0,1791	oder	0,4602	Kub. Zoll
Chlorine	0,3724	oder	0,4944	—
Stickgas	0,2447	oder	0,2447	—
	0,625		1,1993	

Gegen dieſe Folgerungen läſst ſich eine ſehr gegründete Einwendung machen, daſs nämlich die detonirende Verbindung aus vier Beſtandtheilen, Chlorine, Stickſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, beſtehn könne. Denn in dieſem Fall würden die Gründe wegfallen, welche wir gegen die Anweſenheit von Sauerſtoff von der Wirkung entlehnt haben, welche derſelbe auf das Ammoniak, wenn

dieſes durch die detonirende Verbindung zerſetzt wird, äuſsern müſste. Denn es könnten dann der Sauerſtoff und der Waſſerſtoff mit einander im Zuſtande des Waſſers in der detonirenden Verbindung vereinigt ſeyn, und dann würden ſie bei jener Zerſetzung weder in Gasgeſtalt erſcheinen, noch Stickgas aus dem Ammoniak abſcheiden können.

Es glauben aber die Verfaſſer ſich berechtigt, dieſe durch keine Verſuche unterſtützte Meinung zu verwerfen, und zwar aus folgenden Gründen: 1) weil es gegen die Regeln einer vorſichtigen Erklärung der Naturerſcheinungen iſt, in einer Verbindung 4 Elemente anzunehmen, wenn ſich alle ihre Eigenſchaften und ihr Verhalten zu andern Körpern aus 3 Beſtandtheilen erklären laſſen; und 2) weil dieſe vier Beſtandtheile nicht wohl anders als auf folgende Weiſe mit einander verbunden ſeyn könnten:

0,372 Gr. Chlorine mit 0,011 Gr. Waſſerſtoff, Salzſäure bildend;
0,773 Gr. Stickſtoff mit 0,083 Gr. Sauerſtoff, Salpetergas bild., und
0,076 Gr. Sauerſtoff mit 0,010 Gr. Waſſerſtoff, Waſſer bildend;

0,625 Grain zuſammen genommen.

Die charakteriſtiſchen Eigenſchaften einer ſolchen Verbindung würden aber nicht die der Chlorine, ſondern der Salzſäure und des Salpetergas ſeyn. Sollten indeſs dennoch zuverläſſige Verſuche darthun, daſs die detonirende Verbindung Sauerſtoff enthalte, ſo werde der Waſſerſtoff wahrſcheinlich durch ihn und nicht durch Chlorine neutraliſirt, und dann ſeyen die Zahlbeſtimmungen der Beſtand-

theile, welche ſie aus ihren Analyſen gefolgert haben, dem gemäſs abzuändern.

Der Waſſerſtoff, glauben die Verff., ſey das Band, welches in dieſer Verbindung die Chlorine mit dem Stickſtoff vereinigt, durch ſeine Verwandtſchaft zu beiden, gerade ſo, wie das in der dreifachen Verbindung von Chlorine mit Kohlenſtoff und Waſſerſtoff der Fall ſey, welche entſteht, wenn öhlerzeugendes Gas und Chlorine mit einander vermiſcht werden. Auch ſey es wahrſcheinlich, dem Waſſerſtoff zuzuſchreiben, daſs die detonirende Verbindung nicht durch Waſſer augenblicklich zerſetzt werde; denn er ſchwäche die Verwandtſchaft der Chlorine der Verbindung zum Waſſerſtoff des Waſſers ſo ſehr, daſs ſie die Verwandtſchaft der beiden Beſtandtheile des Waſſers zu einander nicht zu überwältigen vermöge.

Die Verff. fügen noch hinzu, daſs ſie in dieſer Abhandlung zwar Sir Davy's Anſicht von der Chlorine angenommen hätten, daſs ſich aber die Erſcheinungen, welche ſich bei Einwirkung der detonirenden Verbindung auf andere Körper zeigen, wahrſcheinlich eben ſo gut nach der alten Theorie erklären laſſen, in welche ſie es ihren Leſern ſelbſt überlieſsen, ſie zu übertragen.

IV.

Unterſuchungen über den kryſtalliſirten Arſenikkies, oder Mispikel von Freyberg in Sachſen.

von

Stromeyer, Prof. d. Chemie in Göttingen *),

und Auszug

aus einem Briefe von ihm an den Prof. Gilbert, über das Schwefel-Eiſen, das harzer Bleiglas, und den Arragonit.

1.

Der Arſenikkies iſt von den Mineralogen bisher faſt allgemein für eine Legirung des Eiſens mit dem Arſenikmetall genommen worden; eine Meinung, welche ſich auf metallurgiſche Erfahrungen gründete. Den von einigen, und unter andern auch von Vauquelin darin bemerkten Schwefel, hielt man für einen blos zufälligen Beſtandtheil, welcher von mechaniſch eingemengtem Schwefelkieſe herrühre. Dieſer Anſicht gemäſs hat man den Arſenikkies als eigene Mineralſpecies entweder zum Eiſengeſchlechte oder zum Arſenikgeſchlechte gezählt. Eine chemiſche Analyſe, welche Hr. Prof. Lampadius zu

*) Aus einer, in der königl. Societ. d. Wiſſ. zu Göttingen am 2ten April 1814. gehaltenen Vorleſung ausgezogen, nach den Gött. gel. Anzeigen. G.

Freyberg vor einigen Jahren mit dem höchſt reinen kryſtalliſirten Arſenikkies, der daſelbſt vorkömmt, angeſtellt hat, ſchien jene Meinung von der Natur dieſes Mineralkörpers völlig zu beſtätigen, da er nach ihr aus 42,1 Arſenik und 57,9 Eiſen beſtehen, und durchaus keinen Schwefel enthalten ſollte *). Vermuthlich durch dieſe Analyſe geleitet, bemühte ſich jetzt auch Hr. Hauy **), die Eigenthümlichkeit des Arſenikkieſes als beſondere Species aus kryſtallotomiſchen Gründen darzuthun, indem er demſelben eine geſchobene gerade vierſeitige Säule von 110° 18′ und 68° 42′ als Kernkryſtalliſation beilegte. Wie wenig ſie indeſs mit der wahren Structur dieſes Mineralkörpers zuſammenſtimmt, wurde bald darauf von Bernhardi ***) gezeigt, welcher zugleich darthat, daſs die Kryſtalliſationen des Arſenikkieſes von dem Würfel herzuleiten ſind; wodurch ein ſchon früher von Hrn. Prof. Hausmann geäuſserter Gedanke †) erneuert wurde, daſs nämlich der Arſenikkies ſeine Kryſtalliſation höchſt wahrſcheinlich einem mit dem Arſenik chemiſch verbundenen Gehalte von Schwefelkies verdanke, und folglich nicht mehr als eine eigene Mineralſpecies, ſondern nur als ein *arſenikhaltiger Schwefelkies* und blos als eine beſondere For-

*) Lampad. Handb. zur chem. Analyſe der Mineralkörper S. 309.

**) *Annales du Muſ. d'hiſt. nat.* t. 12. p. 306. und *Tabl. comp.* p. 95.

***) Gehlens Journ. f. d. Chem. u. Phyſ. B. 3. S. 80.

†) Deſſen Entwurf e. Syſt. der unorganiſ. Naturkörper S. 72.

mation dieſer Subſtanz betrachtet werden könne. Dieſe Meinung gewann groſse Wahrſcheinlichkeit durch eine Analyſe des Schwefelkieſes, welche um dieſelbe Zeit von Thomſon angeſtellt wurde *), nach der dieſes Foſſil in 100 Theilen zuſammengeſetzt iſt aus 48,1 Th. Arſenik, 36,5 Th. Eiſen und 15,4 Th. Schwefel. Thomſon bemerkte dabei ausdrücklich, in allen Exemplaren des Arſenikkieſes, welche er unterſucht, habe er immer Schwefel angetroffen. Es kam alſo nur noch darauf an, auch diejenige Abänderung des Arſenikkieſes, welche von Lampadius analyſirt worden war, und der durchaus keinen Schwefel enthalten ſollte, einer nochmaligen Unterſuchung zu unterwerfen.

Dieſes hat der Prof. Stromeyer bereits im Laufe des Jahrs 1812 gethan **). Seine in gegenwärtiger Abhandlung umſtändlich beſchriebenen Verſuche lieſsen keinen Zweifel übrig, daſs nicht auch in dem Freyberger kryſtalliſirten Arſenikkieſe der Schwefel conſtant vorkomme. Und zugleich ergab ſich aus ihnen, daſs darin der Schwefel mit Eiſen zum Schwefel-Eiſen im Maximo verbunden ſey. Ein Reſultat, welches die Vermuthung der Hrn. Hausmann und Bernhardi auch von Seiten der Chemie beſtätigte ***).

*) *Syſt. de Chimie;* Lond. T. 7. p. 507.

**) S. Hausmann's Handb. d. Mineral. B. 1. S. 153. Anm.

***) Und welches völlig mit den Behauptungen des Hrn. Prouſt übereinſtimmt, der ſchon im J. 1806 lehrte: „Ar„ſenik, in welchem Schwefel-Eiſen im Maximo aufgelöſt

Während der Verfaſſer noch beſchäftigt war, das genaue quantitative Verhältniſs der Beſtandtheile dieſes Arſenikkieſes zu beſtimmen, und dadurch auszumitteln, ob alles Eiſen an den Schwefel gebunden, oder ob nicht auch ein Theil deſſelben mit dem Arſenik ſich legirt habe, (indem, wie Thomſons Analyſe vermuthen ließ, der Arſenikkies nicht eine binaire Verbindung von Schwefel-Eiſen im Maximo mit Arſenik-Eiſen ſey,) — erſchien eine chemiſche Unterſuchung des Arſenikkieſes von Hrn. Chevreul zu Paris *), der zu Folge 100 Theile kryſtallifirter Arſenikkies aus 43,418 Th. Arſenik, 34,938 Th. Eiſen, und 20,132 Th. Schwefel beſtehe. Durch dieſe Analyſe beſtätigte ſich alſo aufs Neue das beſtändige Vorkommen des Schwefels in dieſem Minerel. Allein Hr. Chevreul ſtellte eine von der eben geäuſserten ganz abweichende Meinung über die Natur des Ar-

„iſt, bildet den *Arſenikkies*. In dieſem Kieſe hat der Ar„ſenik keinen Antheil am Schwefel, der lediglich an das „Eiſen gebunden iſt.“ Man ſehe in dieſen *Annalen* B. 25. S. 508. Ich glaube bei dieſer Gelegenheit den Chemikern, Mineralogen und Hüttenleuten, die in dieſem 25ſten Bande der Annalen vollſtändig enthaltenen *Unterſuchungen Prouſt's über die Schwefel-Metalle*, welche in vielen Aufſätzen dieſes vortrefflichen Chemikers vereinzelt und oft nur gelegentlich eingeſtreut und hier von mir in ein Ganzes verarbeitet worden ſind, wiederum in das Gedächtniſs zurück rufen zu dürfen. Sie machen die Grundlage unſerer genaueren Kenntniſſe von den Erzen aus, und ſollten, dünkt mich, in keiner Mineralogie, Hüttenkunde oder Chimie unerwähnt vorbeigegangen werden. *Gilbert.*

*) Gilberts Annal. d. Phyſ. B. 41. S. 332.

ſenikkieſes auf, indem er aus ſeiner Analyſe folgerte, dieſer Mineralkörper ſey eine Verbindung von Arſenik mit Schwefel-Eiſen im Minimo. Dieſe Behauptung gründete er auf den Umſtand, daſs ſich Eiſen und Schwefel in dem Arſenikkieſe gerade in demſelben quantitativen Verhältniſſe befänden, in welchem ſie nach Hatchett's Analyſen in dem natürlichen Magnetkieſe, und nach Berzelius Angaben in dem durch Kunſt bereiteten Schwefel-Eiſen im Minimo, oder dem künſtlichen Magnetkies, mit einander verbunden vorkommen.

Die Verſuche, welche von dem Prof. Stromeyer ſeitdem mit dem Arſenikkieſe angeſtellt worden ſind, um dieſe Meinung zu prüfen, ſind ihr auf keine Weiſe günſtig. Zwar weicht das von ihm aufgefundene Miſchungs-Verhältniſs des kryſtalliſirten Arſenikkieſes von Freyberg nur höchſt unbedeutend von dem ab, welches von Chevreul angegeben wird; ein Umſtand, der für die Genauigkeit beider Analyſen um ſo mehr ſpricht, da ſich beide Chemiker bei ihren Unterſuchungen einer ganz verſchiedenen Methode bedient haben. Allein die Folgerungen des Hrn. Chevreul erhalten darum doch keine Beſtätigung, und werden ſchon dadurch widerlegt, daſs das Miſchungs-Verhältniſs, welches Hatchett und Berzelius für das natürliche und das künſtliche *Schwefel-Eiſen im Minimo* feſtgeſetzt haben, auf das Hrn. Chevreul's Meinung ſich allein ſtützt, den Schwefelgehalt dieſer Subſtanz *um meh-*

rere Procent zu niedrig angiebt*). Ueberdem ist die Annahme, dass der Schwefel mit dem Eisen in dem Arsenikkiese nach dem Verhältnisse verbunden sey, worin beide in dem Schwefel-Eisen im Minimo (dem Magnetkiese) mit einander vorhanden sind, mit dem chemischen Verhalten dieses Minerals, zumahl bei der Destillation und gegen die Säuren, ganz unverträglich.

Dagegen beweist nun der Verfasser, sowohl aus den chemischen Eigenschaften, als auch aus dem aufgefundenen Verhältnisse der Bestandtheile dieses Mineralkörpers, dass der Arsenikkies wirklich eine *binaire Verbindung des Schwefel-Eisens im Maximo* (oder des Schwefelkieses), *mit Arsenik-Eisen* ist, wie schon aus Thomson's Analyse wahrscheinlich wurde. Nach Prof. Stromeyers Analyse besteht nämlich der krystallisirte Arsenikkies von Freyberg in Sachsen in 100 Theilen aus

42,88 Thln Arsenik,
36,04 — Eisen,
21,08 — Schwefel,
100,00

Und angenommen, dass im Schwefel-Eisen im Maximo 100 Thle Eisen mit 116,5 Thln Schwefel verbunden sind, besteht dieser Arsenikkies in 109 Theilen aus

*) Dieses verspricht der Verfasser in einer der königl. Societät nächstens vorzulegenden Arbeit über den Magnetkies näher zu erweisen; [und man sehe hierüber den folgenden Brief. G.]

39,17 Thln Schwefel-Eiſen im Maximo und
60,83 — Arſenik-Eiſen.
100,00

Der Verfaſſer hat nur Gelegenheit gehabt, dieſe Abänderung des Arſenikkieſes zu unterſuchen. Die von Chevreul und Thomſon analyſirten Arſenikkieſe hatten offenbar ganz daſſelbe Miſchungs-Verhältniſs als der Freyberger, (denn Thomſon ſcheint bei ſeiner Analyſe nur den Eiſengehalt genau beſtimmt zu haben). Herr Stromeyer muſste es daher dahin geſtellt ſeyn laſſen, ob der Arſenikkies *nur allein* in dieſem Verhältniſſe aus Schwefelkies und Arſenik-Eiſen zuſammengeſetzt iſt, oder ob bei demſelben mehrere Miſchungs-Verhältniſſe vorkommen. Er vermuthet indeſs das letztere, und zwar aus dem Grunde, weil man alle übrigen binairen Verbindungen zweier Mineralkörper in mehreren Verhältniſſen mit einander vereinigt antrifft. Daher ſcheint es ihm auch nicht unwahrſcheinlich, daſs der ſogenannte *Arſenikalkies* ſich von dem gewöhnlichen Arſenikkieſe bloſs durch das quantitative Verhältniſs ſeiner Beſtandtheile unterſcheide.

2.

Göttingen, d. 25. May 1804.

— — Ich bin in dieſer Zeit gleichfalls mit einer *Analyſe des Magnetkieſes und des Schwefelkieſes* beſchäftigt geweſen, und hoffe, dieſe Arbeit binnen kurzem zu vollenden. Durch vielfältig wiederholte Verſuche habe ich mich überzeugt, daſs das von Hat-

chett für den natürlichen Magnetkies angegebene Mischungs-Verhältniss*) eben so wenig genau ist, als dasjenige, welches von Proust**), Berzelius***) und Vauquelin †) für den künstlichen Magnetkies festgesetzt worden ist. Nach meinen Versuchen enthält sowohl der natürliche als auch der künstliche *Magnetkies*, wenn ihm kein Schwefel-Eisen im Maximo beigemengt, oder auch beigemischt ist,

in 100 Theilen	oder auf
60,0 Th. Eisen und	100 Th. metall. Eisen,
40,0 — Schwefel,	66,67 Th. Schwefel.

wenn beide im *Minimo* ihrer Verbindung sind. Aber höchst selten kömmt der Magnetkies ohne allen Schwefelkies-Gehalt vor. Am häufigsten ist dieser bloss mechanisch eingemengt, zuweilen scheint er mir aber auch chemisch in demselben aufgelöst enthalten zu seyn, und ich habe Grund zu glauben, dass die Eigenschaft mancher Magnetkiese nicht vom Magnet gezogen zu werden, und keine Einwirkung auf die Magnetnadel zu zeigen, von einem solchen chemisch mit denselben verbundenen Schwefelkies-Gehalte herrühre.

Dieses von mir aufgefundene Mischungs-Verhältniss des Schwefel-Eisens im Minimo entspricht aber den von Berzelius über die Verbindungen des Eisens mit dem Schwefel aufgestellten Ansich-

*) Diese *Annal.* B. 25. S. 58. G.
**) Daselbst S. 50. G.
***) *Annal.* B. 37. S. 298. G.
†) *Annal.* B. 39. S. 451. G.

ten *) auf keine Weiſe; ein Umſtand, welcher bei mir anfangs Mistrauen über die Genauigkeit meiner Verſuche erregte. Da ich aber immer daſſelbe Reſultat erhielt, ich mochte den Eiſengehalt durchs Glühen des Kieſes im offenen Feuer beſtimmen, (welches, beiläufig bemerkt, eine ſehr genaue Methode zur Auffindung des Eiſengehalts im Magnetkieſe und im Schwefelkieſe abgiebt,) oder ihn durch Fällung des Eiſens aus der ſalpeter-ſalzſauren Auflöſung des Kieſes mittelſt Ammoniaks aufſuchen, oder endlich auch ihn aus der Menge des beim Auflöſen des Kieſes in Salzſäure ſich entbindenden Schwefel-Waſſerſtoffgaſes berechnen; ſo muſs ich meine Angabe für genau halten. Ueberdem hat Berzelius ſich zur Gewinnung des Schwefel-Eiſens im Minimo eines Verfahrens bedient, welches daſſelbe niemals rein liefert. Ein durch Zuſammenſchmelzen von Eiſen und Schwefel gebildeter Magnetkies enthält beſtändig mehr oder weniger unverbundenes metalliſches Eiſen eingemengt. Solche künſtliche Magnetkieſe geben daher auch bei ihrer Behandlung mit Salzſäure oder Schwefelſäure, neben dem Schwefel-Waſſerſtoffgas noch reines Waſſerſtoffgas her, während das reine Schwefel-Eiſen im Minimo blos Schwefel-Waſſerſtoffgas liefert, und reinen Schwefel zurückläſst, deſſen Menge auf das genauſte dem von mir feſtgeſetzten Miſchungs-Verhältniſſe dieſes Schwefel-Eiſens entſpricht.

*) In dieſen Annalen B. 37. S. 296 f.

Ich lege Ihnen hier bei meine Abhandlung über den *Arragonit*, ſo wie ſie einen Theil des binnen kurzem erſcheinenden zweiten Bandes der *Commentationes recentiores* unſerer königl. Societät der Wiſſenſchaften ausmacht. Sie werden daraus ſehn, welche Bewandtniſs es mit den Rechnungfehlern hat, welche Ihnen in den Zahlbeſtimmungen der Analyſe (Annal. B. 45. S. 224) enthalten zu ſeyn ſchienen. In der Notiz in den Götting. gel. Anz. iſt nämlich verſäumt worden zu bemerken, daſs die Angaben der Menge der Kohlenſäure bei der zweiten Analyſe nicht nach der Menge des erhaltenen kohlenſauren Kalks und Strontians beſtimmt worden ſind, ſondern nach der durch beſondere Verſuche wirklich gefundenen Menge der Kohlenſäure.

Schlieſslich habe ich Ihnen, werther Freund, auch noch meinen Dank zu ſagen, daſs Sie, ohne meine Bitte, bei Gelegenheit der Bekanntmachung eines Aufſatzes des Hrn. Münzwardein Dr. Jordan zu Clausthal über das *Harzer Bleiglas*, die in den Göttingiſchen gelehrten Anzeigen befindliche Notiz meiner Analyſe dieſes Foſſils mitgetheilt haben, welche ich am 14ten Novbr. 1812 der königl. Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen vorgelegt habe, und die wegen des damals ſo ſehr geſtörten Poſtenlaufs wohl nur Wenigen zu Geſicht gekommen iſt. Sie haben mich dadurch der Unannehmlichkeit überhoben, auf die Beſchuldigungen zu antworten, welche von Hrn. Dr. Jordan mir,

und unſerm gemeinſchaftlichen Freunde Hrn. Prof. Hausmann, gemacht worden ſind, der die Güte hatte, meiner Analyſe einige kryſtallographiſche Bemerkungen beizufügen, und beſonders auf die gegen Letztern gerichteten unartigen Ausfälle zu antworten. Denn eine Vergleichung dieſer Notiz mit Hrn. Dr. Jordans Bemerkungen reicht ſchon hin, um bei Sachverſtändigen ohne weitere Gegenbemerkungen uns in jeder Hinſicht zu rechtfertigen *). Ob übrigens Hr. Dr. Jordan wirklich,

*) Daſs es mir, eben ſo wenig wie Hrn. Prof. Hausmann, hat nur beifallen können, eine von einem Andern gemachte Entdeckung für die unſrige auszugeben, wie Hr. Dr. Jordan nicht ganz undeutlich glauben zu machen bemüht iſt, und ihm noch nach drei Jahren (denn ſo lange will derſelbe die in dieſem Aufſatze beſchriebene Analyſe des Harzer Bleiglaſes ſchon gemacht haben) das Verdienſt zu rauben, ſeine frühere chemiſche Arbeit und die darin begangenen Verſtöſse gegen die erſten Regeln einer chemiſchen Analyſe zu beſchönigen, — wird uns wohl, auch ohne unſere Verſicherung, ein jeder glauben, der Hrn. Dr. Jordan's Aufſatz geleſen hat, und uns und unſere Arbeiten kennt. Hier in Göttingen, welches kaum ſieben Meilen von Clausthal entfernt iſt, hat übrigens Niemand von dieſer neuen Arbeit des Hrn. Dr. Jordan über dieſes Foſſil früher als durch gedachten Aufſatz in ihren Annalen und durch die davon gleichzeitig erſchienenen Abdrücke im Reichs-Anzeiger und dem chemiſchen Journale des Hrn. Prof. Schweigger etwas erfahren. Hrn. Profeſſor Hausmann war das Reſultat meiner Analyſe eben ſo überraſchend, da er kurz zuvor in ſeinen mineralogiſchen Vorleſungen noch eine andere Meinung über die Miſchung dieſes Foſſils geäuſsert hätte, als auch allen unſern übrigen hieſigen Mineralogen. Die Geſchichte mit dem Freunde, welcher Hrn. Prof. Hausmann von Hrn. Dr. Jordan's Analyſe unterrichtet haben ſoll, muſs ich daher wenigſtens für eine Erfindung erklären. *Str.*

wie er vorgiebt, ebenfalls gefunden hat, dafs das Harzer Bleiglas natürlicher Bleivitriol ſey, ohne erſt durch meine Analyſe deſſelben dieſes erfahren zu haben, laſſe ich dahin geſtellt ſeyn. Dieſe Analyſe iſt mit ſo wenig Schwierigkeiten verbunden, und erfordert nur Kenntniſſe der erſten Elemente der chemiſchen Analyſe, ſo dafs auch jeder Anfänger in dieſer Art von chemiſchen Unterſuchungen ganz daſſelbe würde gefunden haben, ſobald er nur mit einiger Aufmerkſamkeit und Nachdenken zu Werke gegangen wäre. Deſſen ungeachtet bleibt es mir aber ſehr auffallend, warum Hr. Dr. Jordan, im Fall er durch eigene Verſuche ſich von der wahren Natur des Harzer Bleivitriols überzeugt hat, nicht ſchon längſt auch geeilt hat, einen durch ſeine frühere Analyſe veranlaſsten Irrthum zu verbeſſern.

V.

Dr. Chladni's vergebliche Bemühungen, verſchiedene ältere Meteorſteine aufzufinden, nebſt einigen ihn ſelbſt betreffenden Nachrichten.

Mit aller Wahrſcheinlichkeit konnte ich hoffen, auf meinen Reiſen, beſonders auf der letztern durch Holland, einen Theil von Frankreich, ſodann durch die Schweiz und einen Theil von Italien, einige ältere Meteorſteine an den Orten anzutreffen, wo ſie zufolge der vorhandenen Nachrichten aufbewahrt ſeyn ſollten. In der Abſicht, theils Unterſuchungen derſelben zu befördern, theils auch meine Sammlung von Meteorproducten zu bereichern, ließ ich es an Nachforſchungen nicht fehlen; ſie waren aber alle fruchtlos. Wahrſcheinlich hat man in ſpäterer Zeit, ehe man zuerſt durch meine 1794 herausgegebene Schrift: *über den Urſprung der Pallaſiſchen Eiſenmaſſe* etc., und einige Zeit darauf durch die Steinfälle bei Siena, bei l'Aigle etc., auf dieſes Meteor aufmerkſamer gemacht worden iſt, es für gar zu thöricht gehalten, an das Herabfallen ſolcher Maſſen zu glauben, und hat alſo deren fernere Aufbewahrung entweder vernachläſſigt, oder dieſe Maſſen wohl gar weggeworfen. Der älteſte noch vorhandene Meteorſtein,

welches im Jahr 1492 zu Enſisheim herabgefallen iſt, würde wohl auch verloren gegangen ſeyn, wenn man ihm nicht dem Decrete des Kaiſers Sigismund gemäſs in der dortigen Kirche als ein Heiligthum aufbewahrt hätte. Von allen übrigen Maſſen, die vor dem Jahre 1751 herabgekommen ſind, möchte ſchwerlich noch irgendwo etwas vorhanden ſeyn, mit Ausnahme einiger groſsen Eiſenmaſſen, von deren Falle man keine hiſtoriſchen Notizen hat, und etwa eines kleinen Stückchens von den 1668 im Veroneſiſchen gefallenen Steinen.

Die Meteorſteine, nach denen ich auf meinen Reiſen vergeblich geforſcht habe, gebe ich hier in chronologiſcher Ordnung an.

Der angeblich zu *Würzburg* zur Zeit des heil. Macarius, alſo im 13ten Jahrhunderte, herabgefallene Stein, welcher in der Kirche des dortigen Schottenkloſters zu St. Jacob aufbewahrt worden iſt, und ſich jetzt im Naturaliencabinet der Univerſität befindet, iſt nichts weiter als eine alte Streitaxt von einer ſehr harten dunkelgrauen Steinart, die mit den Meteorſteinen nicht die mindeſte Aehnlichkeit hat.

Von den 1559 in *Siebenbürgen bei Miskolz* gefallenen 5 groſsen Steinen, oder vielleicht Eiſenmaſſen, ſind nach *Nic. Iſthuanfii Hiſt. Hungar. l. XX. fol.* 394. vier in das kaiſerl. Kabinet zu Wien gebracht worden. Der vorige Director deſſelben, Abbé Stütz, hat auf meine Veranlaſſung ſich viele vergebliche Mühe gegeben, ſie zu finden;

er hat auch an einem Orte in Ungarn, wo nach einer alten Nachricht der fünfte aufbewahrt ſeyn ſollte, vergeblich nachgeforſcht.

Der bei *Lucern* herabgefallene Stein (*Annal.* B. 29. S. 378), welchen man einem fliegenden Drachen zugeſchrieben, und dort lange aufbewahrt hat, iſt, wie ich verſichert worden bin, dort nicht mehr vorhanden.

Von den bei *Brüſſel* 1564 oder vielleicht 1546 gefallenen Steinen (*Annal.* B. 22. S. 381 u. B. 29. S. 379) iſt einer, der dicht neben dem Grafen von Naſſau niedergefallen war, in dem dortigen Naſſauiſchen Hauſe aufbewahrt worden, und zwar, wie ich aus einer Abbildung und Beſchreibung dieſes Palais wußte, in einer beſonders dazu beſtimmten Niſche, auswendig, rechts, neben einem Altan im erſten Stock. Albert Dürer ſagt in ſeiner Reiſebeſchreibung, er habe ihn geſehen. Ich konnte alſo wohl erwarten, ihn dort anzutreffen. Das Palais iſt aber vor etwa 50 Jahren abgebrannt, und dadurch der Stein verloren gegangen, und an der *Place royale*, in deren Nähe das Palais ſtand, iſt alles umher nach einem ganz andern Plane gebaut.

Der zu *Dordrecht* 1650 gefallene Stein (*Annal.* B. 29. S. 380), welcher in dem Hauſe des Syndicus Colvius durchs Fenſter in ein Zimmer gekommen war, und den Fußboden geſengt hatte, befand ſich in der Folge zu *Leyden* in der Sammlung des Dr. Bennet. Dieſer eines beſſern Schickſals würdige

Mann hat aber das Unglück gehabt, durch die bekannte Explosion einer mit Pulver beladenen Barke, während er in einer entfernten Gegend Kranke besuchte, sein nahe an dem Orte, wo das Fahrzeug lag, befindliches Haus mit allem was darin war, seine Gattin, sein sehr vorzügliches Naturaliencabinet, seine in mehreren Fächern der Naturkenntnisse reichhaltige Bibliothek u. s. w. zu verlieren *). Wäre der Stein noch vorhanden gewesen, so würde der Besitzer ihn, nach seiner Versicherung und seiner übrigen Gefälligkeit zu urtheilen, mir gegeben, oder mit mir getheilt haben.

Von den so vielen, mitunter grossen Steinen, welche 1668 am 19. oder 21. Jun. im Veronesischen

*) Einige von mir selbst gesehene Wirkungen der Explosion waren sehr sonderbar. Bei Hrn. Dr. Bennet sah ich aus dem Schutte ausgegrabene Bücher, in die, ohne weitere Beschädigung des Aeussern, kleine Stückchen Kalk und Mauerstein durch den Band tief in das Innere eingedrungen waren. In einem Bande von Schreber's Säugthieren war die Farbe von den Kupfertafeln weg, und durch viele folgende Blätter hindurchgepresst. Die Bücher und andere Sachen waren sehr durchnässt, welches wohl eine natürliche Folge von den vielen durch die Flamme sich entwickelnden Wasserdämpfen seyn mochte. An einigen Orten war die Wirkung von der Nichtwirkung sehr scharf abgeschnitten, an andern Orten gingen sie allmählich in einander über. An dem Geländer des Kanals (der Rahmburg), wo das Fahrzeug gelegen hatte, waren dicke eiserne Stangen krumm zusammengebogen; eine starke Linde war, ohne die mindeste Aufreissung der Wurzel oder der Erde, nicht etwa seitwärts abgebrochen, sondern vielmehr ohne Splitterung fast senkrecht abgerissen und eine ziemliche Strecke fortgeschleudert worden, u. s. w.

Chladni.

gefallen ſind, glaubte ich ganz gewiſs in *Verona* etwas anzutreffen, da nach Valisnieri und Andern einer in einer dortigen Kirche aufbewahrt wurde, und einer von 300 Pfund, ingleichen einer von 200 Pfund an die damalige Akademie der Wiſſenſchaften waren geſchickt worden. Ich habe mich ſehr genau darnach erkundigt; es war aber gar nichts, und auch nicht einmal eine Erinnerung daran mehr vorhanden, und das einzige Stükchen von etwa 3 Quentchen, welches ſich in dem Gräfl. Moscardiſchen Muſeum befand, war ſchon vorher von Paris aus in Requiſition geſetzt, und von Vauquelin analyſirt worden.

In *Bern* erkundigte ich mich nach dem ſchwarzen Steine, welcher nach Scheuchzer in der Gemeine *Waltring* im Jahre 1698 herabgefallen iſt, und den man auf der Berner Bibliothek nebſt beigefügter Nachricht aufbewahrt hatte; es iſt aber nichts mehr davon vorhanden.

Zu *Mailand* hatte ein herabgefallener Stein, der noch nicht ein Unze ſchwer war, wahrſcheinlich in einem nicht angegebenen Jahre deſſelben Jahrhunderts, in dem Kloſter von *Santa Maria della pace*, das jetzt eine Baumwollenzeug-Fabrik iſt, einen Franziskaner getödtet (ſ. *Muſeo Settàliano, deſcritto in Latino da P. M. Terzago ed in Italiano da Fr. P. Scarabelli*, cap. 17). Er wurde in der Sammlung des Grafen Settála aufbewahrt; ſpäterhin kam der gröſsere Theil dieſer Sammlung an die Ambroſianiſche Bibliothek. Der

Director derſelben, der eben ſo ſehr wegen ſeiner Gefälligkeit als wegen ſeiner literariſchen Verdienſte achtungswürdige Abbate Amoretti, welcher als Kenner der Mineralogie ſchon vorher darauf aufmerkſam geweſen war, und auch in ſeiner *Nuova ſcelta d'opuſcoli da Carlo Amoretti*, tom. II. p. 65 Nachricht davon gegeben hat, erlaubte mir, mich unter den aus dieſer Sammlung in groſser Unordnung dahin gekommenen Mineralien, die von keinem beträchtlichen Werthe waren, nach Belieben umzuſehen; ich fand aber durchaus nichts, was einem Meteorſteine ähnlich geweſen wäre.

Der 1766 nicht weit von *Modena* bei *Alboreto* niedergefallene Stein, welchen Troili beſchrieben hat, ſoll auch verloren gegangen ſeyn.

Zu *Padua* wünſchte ich im Naturalienkabinet der Univerſität das von Ferber, in ſeiner mineralogiſchen Reiſe nach Italien, erwähnte Stück Gediegeneiſen zu ſehen, um zu unterſuchen, ob es wohl meteoriſch ſeyn möchte, oder nicht; ich konnte es aber nicht zu ſehn bekommen, weil wegen einer Veränderung des Lokals die Schränke ſo durcheinander geſetzt waren, daſs es unmöglich geweſen wäre, dazu zu gelangen. Man ſagte mir gleichfalls, daſs, wenn dieſes auch nicht wäre, es doch ſchwer würde zu finden ſeyn.

Bei dieſer Gelegenheit bemerke ich, daſs ich im Schweigger'ſchen Journale der Chemie im 5ten Bande 1ſtes Stück ein ſo viel als möglich *vollſtän-*

diges Verzeichniſs aller bis 1811 niedergefallenen Stein- und Eiſenmaſſen, ſo weit ſie bekannt waren, geliefert habe; hauptſächlich mit Benutzung der älteſten und ſicherſten Quellen. Denn ich fand, daſs bei neueren Citationen älterer Nachrichten gewiſs unter drei Malen ein Mal entweder im Datum oder ſonſt etwas unrichtig angegeben war. Nur iſt es Schade, daſs in dem Verzeichniſſe ſo viele Druckfehler ſich befinden, die ich in einem der folgenden Stücke angegeben habe, z. B. *Bepling* anſtatt *Stepling*, *Fata* anſtatt *Tata* u. ſ. f.

Nun auch für diejenigen, welche die Gefälligkeit haben, ſich für mich und meine Bemühungen zu intereſſiren, einige Worte von mir. Während des ſo ſehr bedrängten Zuſtandes der Stadt *Wittenberg* ward mir der Aufenthalt dort gar zu unerträglich; ich begab mich alſo nach *Kemberg*, 1¼ Meilen von Wittenberg, wo ich auch ſo lange zu bleiben gedenke, bis ich etwa wieder eine weitere Reiſe antrete. Meine Wohnung in Wittenberg iſt im zweiten Bombardement im Herbſte abgebrannt, und zwar durch eine Brandrakete, die ein benachbartes mit Heu und Stroh angefülltes Hintergebäude entzündet hat. Ich habe vieles von meinen Sachen dadurch verloren, unter andern ſo manche gute und nicht ſo leicht wieder zu erhaltende Landcharten und Plane von Städten, verſchiedene auf meinen Reiſen geſammelte Notizen, vielen mechaniſchen Apparat u. ſ. w.

Indeſſen iſt es mir nur lieb, daſs ich mein *Clavicylinder* und mein *Euphon*, meine nicht unbeträchtliche Sammlung von *Meteorproducten*, meine zahlreiche und zweckmäſsig geordnete Sammlung von Tonkünſtlerbildniſſen, und das Meiſte von den nothwendigſten Sachen gerettet habe. Den empfindlichſten Verluſt erlitt ich durch den Tod des älteſten und geprüfteſten meiner Freunde, des Doct. Lenggnth, Profeſſors der Phyſik und Medicin. Nachdem er ſo viele Aufopferungen ſich hatte müſſen gefallen laſſen, und nachdem ihm ſein Haus, in welchem ich wohnte, und ſo vieles von ſeinen Sachen durch den Brand geraubt worden war, wurde er, bald nach der Befreiung Wittenbergs, ein Raub des Nervenfiebers, von dem er vorher ſo Viele glücklich geheilt hatte. Seine Bibliothek und ſein Naturalienkabinet, welchem wohl ein Käufer zu wünſchen wäre, ſind gerettet worden.

Meine vorzüglichſte Beſchäftigung iſt bisher noch immer geweſen, alles, was den Bau eines *Clavicylinders* und eines *Euphons* betrifft, gehörig zu ordnen und aufzuſetzen, damit nichts davon verloren gehe. Dieſes iſt eine ſehr verwickelte Arbeit, weil ſo viele Bauarten möglich ſind, und es öfters ſehr ſchwer iſt, das nur ſcheinbar Gute von dem wirklich Guten abzuſondern. Ich arbeite auch daran, den Bau eines neuen Clavicylinders auszuführen, den ich auf eine

ganz andere Art als das vorige Inſtrument anordne. Ob es mehr oder weniger gut als dieſes ausfallen werde, kann ich vor der gänzlichen Beendigung des Baues nicht wiſſen; indeſſen iſt dieſe Arbeit, und manche Abänderung derſelben nothwendig, um zu erforſchen, was für Reſultate ſich aus der Anwendung verſchiedener Mittel ergeben. Auch habe ich nicht verabſäumt, meine bisherigen Inſtrumente in mancher Hinſicht etwas zu vervollkommnen, und mir die ſchicklichſte Behandlung derſelben immer mehr eigen zu machen.

Chladni.

[*Nachweiſung über* Fig. 11 *auf Kupfertafel* I. Ich benutze den leeren Raum dieſer Seite, meinen Leſern anzuzeigen, daſs dieſe Figur ſich auf keinen der Aufſätze in gegenwärtigem Stücke, ſondern auf die Unterſuchungen des Hrn. Brodie in London über den *Einfluſs des Gehirns auf die Erzeugung der thieriſchen Wärme* im vorigen Bande St. 1 bezieht. Es iſt der daſelbſt S. 83 beſchriebene Apparat, deſſen ſich dieſer Phyſiker in ſeinen intereſſanten Verſuchen bedient hat, und den ein unbenutzter Raum auf dieſer Kupfertafel mir hier nachzutragen erlaubt hat. G.]

VI.

Notizen über einen bei Augsburg im J. 951 herabgefallenen Meteorſtein.

von

A. W. Schlegel, Kronprinzl. Schwed. Kab. Secr. *).

Otto der Groſse hatte den König Berengar von Italien nach Augsburg beſchieden, um dort ſeine Huldigung anzunehmen, wie Conrad, Abt von Urſperg, in ſeiner lateiniſchen Chronik unter dem J. 951. meldet: *Foederis ſpontanei diem locumque urbem Auguſtam deſignat. Ubi cum conventus fieret, Berengarius manus filii ſui Adelberti manibus ſuis implicans, coram omni exercitu famulatui regis cum filio ſe ſubjugavit; et ita dimiſſus cum gratia et pace in Italiam remeavit: „Ibi mirae magnitudinis „lapis tonitru ac tempeſtate jactus de coelo, ingens „miraculum multis praebuit.“*

Obgleich die Conſtruction einige Zweideutigkeit läſst, ſo kann man doch kaum daran zweifeln, daſs der Stein bei Augsburg herabgefallen iſt; denn

*) Entlehnt aus der *Bibl. brit.*, wo bemerkt wird, daſs dieſer Aerolith in dem von Chladni im *Journ. des Mines* No. 145. und 151. gegebenen Verzeichniſſe fehlt. In ſeinem neueſten Verzeichniſſe hat Dr. Chladni ihn eingetragen.

der Verf. handelt hier keineswegs davon, was in Italien vorging. Dieſer Steinfall machte um ſo mehr Aufſehn, da hier viele Fürſten und eine Menge Volks verſammelt waren. Es war nach Oſtern, und der Tag müſte ſich ohne Schwierigkeit ausmitteln laſſen.

Daſſelbe Ereigniſs führt ein früherer Geſchichtſchreiber an, Hermannus contractus, (geboren 1013,) in ſeinem *Chronicon*, beim J. 951., mit einigen andern Umſtänden: *Berengarius apud Auguſtam in conventu, Othoni ad deditionem venit. „Ignitus lapis, quaſi maſſa candentis ferri, ab occi„dente volitans venit, et draco viſus eſt.“* Es iſt nicht recht deutlich, ob man unter dem Drachen ein feuriges Meteor oder eine groſse Schlange zu verſtehen hat.

In einer andern, weniger authentiſchen Handſchrift dieſer Chronik, in welcher ſich verſchiedene Zuſätze und Aenderungen finden, heiſst es: *Inter „alia prodigia ignitus lapis quaſi maſſa candentis „ferri ab occidente per aëra venit, et draco viſus eſt „ambulans;“* wornach man glauben ſollte, es ſey von einem Thiere die Rede.

Der Fortſetzer der Chronik von *Regius Abbas Prumienſis* redet zwar von dieſer Zuſammenkunft mit Berengar, doch ohne des Steins zu erwähnen, und ſetzt ſie in die Mitte des Auguſts, irrt ſich aber in der Jahreszahl, die er 952 angiebt. Marianus Scotus (geboren 1028) ſetzt ſie dagegen in das J. 950, und erwähnt ebenfalls nicht des Steins, ſagt

aber: et draco visus est. In die Jahre 951 und 952 setzt er grosse Erdbeben in Frankreich und in Deutschland.

Das folgende Zeugniss ist als das eines Zeitgenossen von allen des am mehrsten authentische, nämlich Witekind's von Corvey, der in der Mitte des zehnten Jahrhunderts lebte, und sein Buch der Tochter Otto des Grossen zugeeignet hat. Er sagt in seinen Annalen: *Interea rex regem alloquitur, in gratiamque regis ac reginae receptus deditionis spontionem dat, foederis spontanei diem apud urbem Augustam designans. Ubi cum conventus fieret, Berengarius manus filii sui Adelberti suis manibus implicans . . . renovata fide coram omni exercitu subjugavit. Et ita dimissus in Italiam remeavit cum gratia et pace. „Ibi mirae magnitudinis lapis grandinis tonitru ac tempestatetur bulenta de coelo jactus, „ingens miraculum multis visentibus praebuit.“*

Conrad Abt von Ursperg scheint seine Nachricht aus Witekind's Annalen geschöpft und fast wörtlich entlehnt zu haben. Dennoch hat er den Umstand, dass es hagelte, ausgelassen. In der hier aus *Meibomii script. rer. German.* angeführten Stelle steht offenbar eine falsche Leseart, und statt *grandinis* muss *cum grandine* gelesen werden. Die Worte *multis visentibus* zeigen, dass eine Menge bei dem Ereigniss gegenwärtig waren, und der Stein ist daher wahrscheinlich am Tage herabgefallen.

VII.

Höchſt merkwürdige Cur durch Electricität in ſehr kurzer Zeit bewirkt.

beſchrieben von dem

D. Thilkai, Profeſſor der Wiſſ. Facultät u. an dem Lyceum zu Brüſſel.

Brüſſel, d. 27. Mai 1814.

Erlauben Sie, meine Herrn, daſs ich mich Ihres Journals bediene*), um eine Thatſache bekannt zu machen, deren Intereſſe für die Menſchheit zu groſs iſt, als daſs ich das Bekanntwerden derſelben nicht auf alle Art befördern ſollte.

In dem Gefecht zu . . ., wurde Hr. . . ., Officier in franzöſiſchen Dienſten, von einer Kanonenkugel, welche in der Höhe ſeines Kopfes ſehr nahe bei ihm vorbei ging, zu Boden geworfen. Seine Soldaten, die ihn liebten, ſetzten ſich lieber der faſt gewiſſen Gefahr aus, mit ihm gefangen genommen zu werden, als daſs ſie ihn verlaſſen hätten, und es glückte ihnen, ihren Capitain in Sicherheit zu bringen. Die Kanonenkugel hatte aber, bei

*) Der Brief iſt gerichtet an die Herausgeber des zu Brüſſel erſcheinenden Oracle, und mir von dorther für die Annalen gütig mitgetheilt worden. G.

der Schnelligkeit, mit der sie vorbeiflog, einen so heftigen Stoss gegen die Theile des Kopfes hervorgebracht, dass seine Zunge in dem Munde wie zusammengedreht und zu einer solchen Kleinheit gebracht war, dass man sie kaum wahrnehmen konnte. Es war ihm unmöglich, auch nur einen Ton zu articuliren, und er hatte das Vermögen zu Sprechen, vollkommen verloren. Umsonst erschöpften an ihm geschickte Aerzte alle Hülfsmittel ihrer Kunst; es vergingen acht Monate in diesem traurigen Zustande, und da kein Arzneymittel anschlug, fing man an an der Heilung zu verzweifeln.

So standen die Sachen, als ihm der Gebrauch der Electricität gerathen wurde. Er begab sich in das physikalische Kabinet der Facultät der Wissenschaften im *Palais de la cour* zu Brüssel, und der Angestellte *) dieser Facultät, Zimmermann fing an ihn zu behandeln. Während der 3 ersten Tage wurde er täglich nur ein Mal $\frac{3}{4}$ Stunden lang electrisirt, und zwar erhielt er das electrische Bad *(par bain)*, doch ohne den geringsten Anschein von Erfolg. Am vierten Tage wurde er zwei Mal electrisirt, das erste Mal des Morgens nüchtern, das zweite Mal Nachmittag, und hierbei gerieth er in eine starke Transpiration. Auf diese Weise wurde acht Tage lang mit dem Electrisiren fortgefahren, und dabei nahm die Wirksamkeit dieses Mittels so zu, dass die Schweisstropfen in einer Menge und Schnelligkeit wie ein Regen fielen. Zugleich wik-

*) *Appariteur.*

kelte ſich die Zunge allmählig wieder auseinander, und der Leidende konnte ſie nach und nach immer freier bewegen.

Als ſie ihre natürliche Gröſse auch ſchon wieder erlangt hatte, und von den Banden befreyt war, die ſie bis dahin gefeſſelt hatten, vermochte der Leidende doch noch immer nicht ein einziges Wort hervorzubringen, ſo ſehr er ſich auch anſtrengte. Es blieben ihm Schmerzen und Uebel im Halſe und auf der Bruſt zurück, welche glauben machten, das Hinderniſs ſitze in dem Kehlkopfe und in der Lunge. Man electriſirte daher nun dieſe Theile durch Einſtrömen *(par aigrettes)*, und am achten Tage gab man ihm mit einer Leidner Flaſche einen Entladungsſchlag zwiſchen den Schultern. Dieſer war entſcheidend. Der Leidende ſagt, es ſey ihm bei dieſem Schlag in der Bruſt geweſen, als werde er von einem Strick, der ihn zuſammenſchnürte, plötzlich entfeſſelt. Er erhielt in demſelben Augenblicke die Sprache wieder, mit der Schnelligkeit der electriſchen Flüſſigkeit, die ſie ihm wieder gab. Die Freude und das Entzücken laſſen ſich nicht beſchreiben, die ſich ſeiner über dieſes nie gehoffte Glück in dem erſten Augenblicke bemächtigte, und die erſten Worte, welche er vorbrachte, drückten die höchſte Bewunderung und Dankbarkeit aus. Er ſpricht ſeitdem, wie ehemals, ja, was ſehr merkwürdig iſt, ſein Organ hat eine gewiſſe Unbehülflichkeit verloren, die vormals ſeine Ausſprache erſchwerte.

Alſo iſt durch die Macht der electriſchen Flüſſigkeit, derſelben, welche die groſsen Natur-Erſcheinungen von Blitz und Donner erzeugt, einem Manne, den unzählige fruchtloſe Heilungsverſuche als zu ewigen Schweigen verdammt anzuzeigen ſchienen, nach acht Monaten Stummheit die Sprache in 8 Tagen durch 12maliges Electriſiren wieder gegeben worden. Welchen hohen Werth würden nicht dem Studium der Natur ſo bewundernswürdige Reſultate der Wiſſenſchaft ertheilen, ſchlöſſe es nicht ſchon an ſich Reize in ſich, die es jedem gebildeten Geiſte zum Genuſs und zur Wonne machen.

Die faſt an ein Wunder gränzende Heilung, welche ich hier erzählt habe, iſt nicht die einzige, die wir der Electricität verdanken. Sehr viele ſind von Lähmungen in den Armen, Beinen oder Fingern u. ſ. f. durch die Wirkſamkeit der Electricität und die menſchenfreundliche Sorgfalt deſſelben Angeſtellten geheilt worden.

Die mediciniſche Electricität iſt keineswegs etwas Neues, ſie kam vielmehr ſchon vor einem halben Jahrhundert in Gang. Charlatanerie, welche auf die Leichtgläubigkeit des Publicums ſpeculirt und mit allem Miſsbrauch treibt, hatte ſie in den höchſten Miſscredit gebracht. Männer, welche die Wahrheit ſuchen, laſſen ſich aber weder zu einem ſchädlichen Enthuſiasmus hinreiſsen, noch geben ſie ſich ungerechtem Vorurtheile hin. Haben gleich einige der Electricität chimäriſche Kräfte zugeſchrieben, ſo iſt doch immer ſo viel gewiſs, daſs ſie der

Heilkunde in vielen Fällen ein mächtiges Heilmittel in die Hand giebt, wie das die bewundernswürdige Cur beſtätigt, welche ich hier beſchrieben habe*).

*) Was die medicinische Electricität bisher faſt ganz unanwendbar machte, iſt der Mangel an öffentlichen Anſtalten für dieſelbe. Soll ſie auf einen Kranken mit Erfolg angewendet werden, ſo iſt zweierlei weſentlich nöthig: eine kräftige Maſchine, ſammt dem nöthigen Apparat, und ein Sachverſtändiger, der die Maſchine in Wirkſamkeit zu ſetzen, und die Electricität den Umſtänden gemäſs auf den Kranken anzuwenden weiſs. Kleine Maſchinen, die man zu den Kranken in die Häuſer ſchickt, leiſten ſo gut als nichts, beſonders wenn man ſie ihnen ſelbſt überläſst; und jemand täglich zu electriſiren, iſt mit ſo vielem Zeitaufwande verbunden, daſs es Niemand, der nicht ausdrücklich dazu angeſtellt worden, und der nicht dieſem Geſchäft täglich einige Stunden zu widmen verbunden iſt, zugemuthet werden darf, einem Kranken die Electricität zu adminiſtriren; am wenigſten practiſchen Aerzten. Meiner Meinung nach ſollte aus dieſem Grunde in jedem gut eingerichteten Hoſpitale, oder ſonſt irgendwo in einer gröſsern Stadt, ein groſses trocknes, wo möglich ſonniges Zimmer, der medicinischen Electricität ausſchliefslich beſtimmt; und mit einer kräftigen Maſchine, (mit einem Cylinder von etwa 14 Zoll, oder mit einer Scheibe von wenigſtens 30 Zoll Durchmeſſer,) und mit den übrigen zur medicinischen Electricität nöthigen Geräthſchaften verſehen werden; und zugleich müſste jemand, der einen Curſus der Electricität gehört hat, und den Bau und die Behandlungsart einer electriſchen Maſchine und die Bedingungen ihrer Wirkſamkeit hinlänglich kennt, öffentlich angeſtellt werden, um täglich mehrere Stunden in dieſem Zimmer gegenwärtig zu ſeyn, und alle Kranke, die ihm von Aerzten zugeſchickt werden, zu dieſer beſtimmten Zeit zu electriſiren. Nur bei ſolchen öffentlichen Einrichtungen iſt von den wundervollen Heilkräften der Electricität etwas Erſprüſsliches zu erwarten. *Gilbert.*

Taf. 1.

g. 3.

Fig. 4.

b.

c. ——— B.

g. 9.

Fig. 10.

Taf. V.

Fig. 3.

Fig. 8.

Fig. 9.

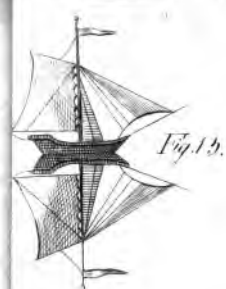


Fig. 13.

Phys. 17. B. 4. St.

7

Fig. 15.
c.
Taf. VI.
D.
F.
H.

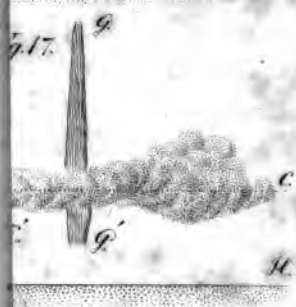


Fig. 17.
G.
C.
G'.
H.

B.
E.
c.
E'.
A.
A'.

Fig. 22.
a'.
A'.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1814, SECHSTES STÜCK.

I.

Beobachtungen über die Abſorption der Gasarten durch verſchiedene Körper,

von

THEODOR VON SAUSSURE,

(der Naturforſch. Geſ. in Genf vorgel. am 16. Apr. 1813 *).

Wir beſitzen noch keine genauen Unterſuchungen über die Frage: ob ein Gas, wenn es in die Poren eines feſten Körpers eindringt, in ihnen eine Ver-

*) Ich gebe meinen Leſern dieſe wichtige Abhandlung in dem gegenwärtigen Stück der Annalen, ungeachtet ihrer Länge, ganz, weil ich vorausſetzen darf, daſs die bisher noch nicht bekannten Geſetze, nach denen die Gasarten von poröſen feſten Körpern einzeln oder vermiſcht eingeſogen werden, und noch mehr die einfluſsreichen und dunklen Geſetze der Abſorption der Gasarten durch Flüſſigkeiten, welche Hr. von Sauſſure mit der Genauigkeit und dem Scharfſinn, deren Gepräge alle ſeine Arbeiten an ſich tragen, aufgeſucht und entwickelt hat, alle Freunde der Phyſik lebhaft intereſſiren werden, und weil Manches würde unverſtändlich geworden ſeyn, hätte ich die Arbeit in mehrere Hefte zerſtückeln wollen. Die freie Ueberſetzung rührt vom Prof. Horner in Zürich her, und ich habe ſie zu Folge ſeines Auftrags nochmals mit dem Originale genau verglichen, und darf mich alſo mit für ihre Treue verbürgen. *Gilbert.*

dichtung erleidet, auch wenn das Gas und der feſte Körper ſich mit einander nicht chemiſch verbinden können? Es iſt ſo z. B. noch unbekannt, ob Stickgas, oder Sauerſtoffgas, die mit der Kieſelerde in keine chemiſche Verbindung treten, nicht ſchon blos dadurch, daſs ſie in einen poröſen kieſelerdigen Stein, wie Opal, Hydrophan, oder gewiſſe Sandſteinarten eindringen, eine Verminderung ihrer Ausdehnung erleiden. Geſetzt, dieſes wäre der Fall, ſo entſtehn eine Menge andrer Fragen: welchen Einfluſs die Gröſse der Poren auf dieſe Verdichtung hat? ob alle Gasarten von einerlei Körper gleich ſtark verdichtet werden? und wie ſich die Verdichtung bei verſchiedener Dichtigkeit der Gaſe verhält? Noch intereſſanter wird dieſe Unterſuchung mit vermiſchten Gasarten. Verſchluckt der feſte Körper von zwei Gasarten, die zu gleichen Theilen mit einander vermiſcht ſind, gleich viel oder nicht? und treten vielleicht die vermiſchten Gaſe in dem feſten Körper mit einander in Verbindungen, welche ſie im freien Zuſtande nicht eingehn? u. ſ. w. Man ſieht, daſs dieſes uns vielleicht dahin führen könnte, zu entdecken, ob nicht unſere Atmoſphäre, wenn ſie in die Rinde des Erdkörpers eindringt, ſich blos vermöge dieſes Eindringens in ihr verdichtet, und Waſſer, oder ſalpeterſaure Salze, oder ammoniakhaltige Salze erzeugt.

Die Unterſuchungen, welche ich angeſtellt habe, um einige dieſer Fragen zu beantworten,

theile ich hier mit in drei Abſchnitten. Der erſte Abſchnitt enthält meine Verſuche über die Verdichtung der reinen unvermiſchten Gaſe durch feſte Körper; der zweite meine Verſuche über die Abſorption vermiſchter Gaſe durch feſte Körper; und in dem dritten wird man einige Beobachtungen über die Abſorption der Gasarten durch Flüſſigkeiten finden.

ERSTER ABSCHNITT.

Verdichtung unvermiſchter Gasarten durch feſte Körper.

1. *Größe der Verdichtung der verſchiedenen Gaſe durch die Kohle.*

Von den feſten Körpern verdient die *Kohle* in ihrer Wirkung auf die Gasarten die vorzüglichſte Aufmerkſamkeit. Es iſt eine Entdeckung Fontana's, daſs glühende Kohle, welche in Queckſilber abgelöſcht, oder auf andre Art ohne Zutritt der Luft abgekühlt worden, die merkwürdige Eigenſchaft erhält, von den verſchiednen Gasarten Mengen einzuſchlürfen, welche das Volum der Kohle ſelbſt um vieles überſteigen. Der Graf Morozzo bemerkte, daſs dieſe Abſorption verſchieden ſey, nach Verſchiedenheit der Gasarten, und der Art von Kohle ſelbſt; und ſchon er ſtellte einen Verſuch an, der, wenn er gehörig wäre ausgeführt worden, dieſen Gegenſtand in's Klare würde ge-

bracht haben *). Er liefs nämlich verſchiedne Gasarten, unter ganz gleichem Verfahren, von Kohle und von andern poröſen Körpern, z. B. Bimsſtein, Backſtein u. dgl. abſorbiren: es ſchien ihm aber, daſs die Gasarten ſich in dieſen letztern nicht verdichteten. Man hat daher ſeitdem die Verdichtung aller Gaſe durch die Kohle als eine beſondere Eigenthümlichkeit dieſer letztern angeſehn, deren befriedigende Erklärung künftigen Nachforſchungen überlaſſen bleibe.

Die HH. Morozzo, Rouppe und Norden **) haben ſich bei ihren Verſuchen beſonderer Vorrichtungen bedient, um die Kohle ohne Queckſilber abzulöſchen. Ihr Verfahren war jedoch der Genauigkeit der Reſultate nachtheilig, weil immer atmoſphäriſche Luft mit in ihre Apparate hineinkam. Zwar gewährte es ihnen den Vortheil, daſs ſie die Abſorptionen der Gaſe über Waſſer veranſtalten konnten; die Gegenwart des Waſſers vermindert aber, wie ich in der Folge zeigen werde, häufig die Verdichtung der Gaſe, und hat in ihren Verſuchen einige andre Unrichtigkeiten herbeigeführt.

Bei meinen Verſuchen wurde die glühende Kohle unter Queckſilber getaucht, und nachdem ſie ſich abgekühlt hatte, in das zu abſorbirende Gas gebracht, ohne mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung zu kommen. Alle meine Verſuche ſind

*) *Journ. de Phyſique* T. XXIII. p. 368. u. T. LVIII. p. 384.

**) *Journ. de Phyſique* T. LVIII. u. *Annales de Chimie* T. XXXIV.

mit *Kohle von Buchsbaumholz* angeſtellt worden; ihr Verdichtungs-Vermögen iſt nicht nur vorzüglich ſtark, ſondern ſie nimmt auch bei dieſem Ablöſchen nur ſo wenig Queckſilber in ſich auf, daſs ſie immer noch leicht genug bleibt, um auf dem Waſſer zu ſchwimmen.

Die folgenden Verſuche wurden bei einer Temperatur von 11 bis 13° des hunderttheil. Thermometers (9 bis 10½° R.) und unter einem Luftdruck von ungefähr 0,724 Meter (26 Z. 8,95 Lin.) angeſtellt. Die Angaben ſind faſt durchgängig ein Mittel aus mehrern Beobachtungen; denn zwei Stücke von einer und derſelben Kohle zeigen, auch im nämlichen Gas, ſelten gleiche Abſorptionen. Die Zahlen, welche die Abſorption eines jeden Gaſes angeben, beziehen ſich auf das Volum der Kohle, als Einheit angenommen.

Kohle von Buchsbaumholz abſorbirt

von	ihr Volumen
Ammoniakgas	90 Mal
ſalzſaurem Gas	85
ſchwefligſaurem Gas	65
Schwefel-Waſſerſtoffgas	55
oxydirtem Stickgas	40
kohlenſaurem Gas	35
ölerzeugendem Gas	35
gasförmigem Kohlenſtoffoxyd	9,42
Sauerſtoffgas	9,25
Stickgas	7,5
oxydirtem Kohlen-Waſſerſtoffgas	5 *)
Waſſerſtoffgas	1,75

*) Ich habe das *oxydirte Kohlen-Waſſerſtoffgas*, deſſen ich mich bei allen meinen Verſuchen bediente, durch die

auch von dem Sauerſtoffgas in 36 Stunden, wie von den andern Gaſen, die gröſstmögliche Menge abſorbirt, und dieſe beträgt genau 9¼ Maafs, indem jene Zeit nicht hinreicht, um eine bemerkbare Menge von kohlenſaurem Gas zu erzeugen. Ich werde daher auch bei den in der Folge anzuführenden Verſuchen keine Rückſicht auf dieſe Bildung von kohlenſaurem Gas nehmen.

8. Einfluſs des Waſſers auf die Abſorptionen durch Buchsbaum-Kohle.

Die angeführten Reſultate ſetzen ſämmtlich voraus, daſs die Kohle vor oder während ihrer Einführung in das Gas trocken ſey. Wird die Kohle nach ihrer Ablöſchung und Abkühlung noch unter dem Queckſilber auch nur etwas befeuchtet, ſo findet ſich die Abſorption aller Gaſe, die nicht eine ſehr groſse Verwandtſchaft zum Waſſer haben, in bedeutendem Grade vermindert *). So vermag die

ſolche naſſe luftleere Kohle von Buchsbaumholz, welche ich in Sauerſtoffgas über Queckſilber geſperrt hatte, verminderte das Gasvolum 10 Monate lang, und zwar um 15 Maafs, und ſo lange war kein kohlenſaures Gas in dem Rückſtande zu entdecken. Als nun aber die Gasverdichtung aufhörte, erzeugte ſich freies kohlenſaures Gas, welches 4 Monate ſpäter ⅕ Maafs betrug. Die Kohle ſelbſt trübte Kalkwaſſer, worein ſie geworfen wurde, reichlich. Ich glaubte auch am Ende dieſer 14 Monate eine Spur von Kohlen-Waſſerſtoffgas, das vielleicht oxydirt war, in dem Gasrückſtande wahrzunehmen; doch war die Menge ſo unbedeutend, daſs ſie nicht über die Fehlergränze der Beobachtung hinausging. *v. Sauſſure.*

*) Wenigſtens bei der Holzkohle, deren Abſorption überhaupt

Buchsbaumkohle im Queckſilber abgelöſcht und erkältet, wenn ſie unter dem Queckſilber mit Waſſer völlig geſchwängert worden, nur noch ihr 15faches Volum von kohlenſaurem Gas zu verſchlucken, indeſs ſie vor dem Befeuchten das 35fache verſchluckte. Auch braucht die befeuchtete Kohle eine weit längere Zeit zur völligen Abſorption der Gaſe, als die trockne Kohle. Die nämliche Kohle, welche trocken in 24 Stunden 35 Maafs kohlenſaures Gas verdichtete, braucht, wenn ſie mit Waſſer geſchwängert iſt, 14 Tage, um 15 Maafs jenes Gaſes in ſich aufzunehmen.

Eben dieſes Reſultat für das Verdichtungsvermögen der naſſen Kohle erhält man weit ſchneller, wenn man die Kohle erſt im trocknen Zuſtande mit Gas ſich ſättigen läſst, und ſie dann durch Queckſilber in einen Recipienten bringt, der mit Queckſilber, und Waſſer von ungefähr gleichem Volum mit dem der Kohle angefüllt iſt. Die Kohle giebt in 48 Stunden die ganze Menge des Gas her, welches naſſe Kohle nicht feſtzuhalten vermag *).

ſehr ſtark iſt. Denn bei einigen andern Körpern, die nur wenig Gas abſorbiren, wird durch den Zutritt von ein wenig Waſſer das Verdichtungsvermögen vergröſsert. *v. S.*

*) Das Waſſer vertreibt bei ſeinem Eindringen in die Kohle das Gas mit ſolcher Gewalt aus derſelben, daſs in verſchloſſenen Gefäſsen und bei genugſamer Kohle das ausgeſchiedene Gas bedeutend comprimirt iſt. Dieſer Umſtand lieſse ſich im Groſsen zur Bereitung ſehr concentrirter künſtlicher ſäuerlicher Mineralwaſſer benutzen, beſonders wenn man gährende Kufen zur Hand hätte. Man brauchte in dieſe nur Becken mit glühenden Büchenkohlen

Auf dieſe Art ließ 1 Maaß trockner Kohle, welches 33 Maaß *kohlenſaures Gas* verſchluckt hatte, während es ſich mit Waſſer ſchwängerte, 17 Maaß kohlenſaures Gas fahren, und behielt alſo nur 16 Maaß zurück, welches ſehr nahe dieſelbe Menge als in dem erſten Verſuche iſt. Ein Maaß trockner Buchsbaumkohle, das 7¼ Maaß *Stickgas* abſorbirt hatte, gab, während es ſich mit Waſſer durchzog, 6¼ Maaß Gas wieder her, und behielt alſo nur ¼ Maaß Stickgas in ſich. Aus 1 Maaß trockner Büchenkohle, die 9¼ Maaß *Sauerſtoffgas* verſchluckt hatte, entbanden ſich mittelſt Waſſers 3¼ Maaß Gas *); und 1 Maaß mit *Waſſerſtoffgas* geſättigte Kohle behielt, nachdem Waſſer ſie durchdrungen hatte, nur 0,65 Maaß Gas zurück. Wir werden im Verfolg dieſe Reſultate zu benutzen ſuchen.

zu bringen, und die Kohlen, nachdem ſie ſich hier mit kohlenſaurem Gas völlig geſättigt haben, in einem dichten und ſtarken Gefäſſe in das Waſſer zu verſetzen. Und dieſes würde ſich leicht ſo machen laſſen, daß die mit Gas geſchwängerte Kohle nicht mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung käme, und nicht eher in das Waſſer gebracht würde, als bis das Gefäß luftdicht verſchloſſen wäre. Ich habe, ſelbſt ohne dieſe weſentlichen Vorſichtsregeln zu befolgen, bei einer Temperatur von 19° C., in einem Gefäſſe, das ich zu einem Viertel mit Büchenkohle, die mit kohlenſaurem Gas geſättigt war, und dann zu zwei Drittheilen mit Waſſer füllte, und das ich erſt nachher genau verſchloß, ein Sauerwaſſer erhalten, welches mehr als ſein eignes Volum an Gas enthielt. *v. S.*

*) De la Métherie erhielt, als er ſich mit dieſen Verſuchen beſchäftigte, ein ähnliches Reſultat. S. *Journ. de Phyſique* Vol. XXX. *v. S.*

Setzt man eine ſolche Kohle, die bereits im Waſſer ihr überflüſſiges Gas ausgeſchieden hat, in einer mit Waſſer angefüllten Retorte der Siedhitze aus, ſo entbindet ſich aus ihr noch eine anſehnliche Menge von Gas: jedoch iſt dieſe Temperatur nicht hinreichend, das früher eingeſchluckte Gas ganz zu vertreiben.

Die vom Waſſer ausgetriebenen Gaſe ſchienen auch nach einem mehrtägigen Aufenthalte in der Kohle ſich nicht verändert zu haben; in dem Sauerſtoffgas bemerkte ich nichts von kohlenſaurem Gas, eben ſo wenig war das Waſſerſtoffgas in Kohlen-Waſſerſtoffgas, oder das kohlenſaure Gas in oxydirtes Kohlenſtoffgas verwandelt; nur ſchienen ſie mit einem äuſſerſt kleinen Antheil von Stickgas verunreinigt zu ſeyn, das wahrſcheinlich ſchon in der glühenden Kohle vorhanden war. Einzig das Sauerſtoffgas erzeugte, wie ich bereits erwähnt habe, wenn die Kohle darin mehrere Monate zubrachte, eine geringe Menge von kohlenſaurem Gas; ein Prozeſs, der durch Gegenwart von Waſſer noch begünſtigt wurde.

5) *Wärme, welche bei der Gasverdichtung durch Kohle frei wird.*

Bringt man eine in Queckſilber abgelöſchte und abgekühlte Buchsbaum- oder andere Holz-Kohle, welche die Gaſe ſtark abſorbirt, in irgend eine Gasart, ſo erzeugt ſich während der Gasverdichtung eine oft dem Gefühl bemerkliche Wärme, die groſs

genug iſt, um ein Thermometer, deſſen Kugel eine Kohle von 4 bis 5 Kubik Centimetern (¼ bis ⅓ par. Kub. Zoll) Größe berührt, um etliche Grade ſteigen zu machen. Dieſe Wärme ſcheint, wie zu vermuthen war, mit der Verſchluckbarkeit des Gaſes zu wachſen. So erhitzt ſich im *Ammoniakgas* die Kohle mehr als im *kohlenſauren Gas;* und in dieſem mehr als in dem weniger ſich verdichtenden *Sauerſtoffgas;* und das am ſchwächſten verſchluckbare *Waſſerſtoffgas* liefert ſo wenig Wärme, daſs die von mir gebrauchten Vorrichtungen ſie nicht bemerkbar machen *). Dieſe verſchiedene Wärmeentwickelung wird meiſtens mehr durch die Schnelligkeit beſtimmt, mit welcher die Abſorptionen vor ſich gehen, als durch den Grad der Gasverdichtung, da nach Gay-Luſſac's Verſuchen die verſchiedenen Gaſe bei gleichen Compreſſionen ungleiche Wärme-Mengen entwickeln.

4) *Einfluſs des barometriſchen Druckes auf die Gasverdichtung durch die Kohle.*

Bisher hatte man ſich, um die Kohle zur Abſorption der Gasarten geſchickt zu machen, nur der Erhitzung bedient; ich habe verſucht, dieſes

*) Die Kugel meines Thermometers hatte nur 6 Millimeter (2½ par. Lin.) Durchmeſſer; die Röhre war in Form eines V umgebogen. Das Ende, woran die Kugel war, wurde durch das Queckſilber in den Recipienten gebracht, der äuſsere Arm trug die Eintheilung, und diente zugleich das Inſtrument zu halten, und die Kugel mit der Kohle in Berührung zu bringen. *v. Sauſſ.*

mit Hülfe der Luftpumpe zu bewirken, und beinahe die nämlichen Reſultate als durch das Glühen erhalten.

Eine Buchsbaumkohle, die mehrere Tage an der freien Luft gelegen hatte, wurde in einen Recipienten gebracht, der mit etwas Talg beſtrichen auf einen kleinen tragbaren Teller meiner Luftpumpe luftdicht anſchloſs*). Nachdem die Luft aus dem Recipienten und der Kohle bis auf einen Druck von 4 Millimeter (1,83 Lin.) Barometerſtand ausgepumpt worden war, wurde der Teller mit den Recipienten in ein Queckſilberbad gebracht, und der Hahn des Tellers unter Queckſilber geöffnet, worauf letzteres in den Recipienten ſtieg, und den Teller losmachte. Die Kohle wurde nun, ohne mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung zu kommen, in einen andern mit kohlenſaurem Gas ge-

*) Statt dieſes beweglichen Tellers kann man ſich folgender Vorrichtung bedienen: Man bindet den kleinen Recipienten, der die Kohle enthält, mit Schnüren auf eine Schale feſt, die mit Queckſilber angefüllt iſt, und bringt das Ganze unter einen gewöhnlichen Recipienten der Luftpumpe. Nachdem man die Luft aus dem groſsen Recipient und mithin auch aus dem kleinen ausgepumpt hat, wird wieder die äuſsere Luft hereingelaſſen, welche das Queckſilber aus der Schale in den kleinen Recipienten hinauftreibt. Man kann nun die Schnüre losmachen, und die Schale mit dem gefüllten Recipienten und der luftleeren Kohle auf den pneumatiſchen Queckſilberapparat bringen. Auf dieſe Weiſe erhält man aber kein ſo vollkommenes Vacuum, wie mit dem erſten Verfahren, wegen des Druckes, den das in der Schale befindliche Queckſilber ausübt.
v. Sauſſure.

füllten Recipienten gebracht, und hier verdichtete sich bei 12° C. (9°,6 R.) äuſserer Temperatur eine Gasmenge, welche 31½mal das Volum der Kohle betrug. Das Verfahren mit dem Ausglühen hatte eine Abſorption gleich dem 35fachen Volum gegeben.

Ich habe denſelben Verſuch mit *Sauerſtoffgas* wiederholt; die Abſorption betrug auf dieſem Wege 8½ Maaſs von der Gröſse der Kohle, während ſie beim Ausglühn auf 9¼ Maaſs geſtiegen war. Von *Stickgas* verdichteten ſich bei der Behandlung mit der Luftpumpe 7 Maaſs, ſtatt 7½ Maaſs, welche die geglühte Kohle abſorbirt hatte.

Da die Kohle, welche zu dieſen Verſuchen gebraucht wurde, aus der freien Luft etwas Feuchtigkeit eingeſogen haben, und dieſe der Gasverdichtung entgegen wirken konnte, wiederholte ich dieſe Verſuche mit Kohle, die in Rothglühhitze getrocknet worden, und dann in einer mit Queckſilber geſperten Glasglocke in atmoſphäriſche Luft gebracht worden war. Die Abſorptionen fielen nun mittelſt der Luftpumpe etwas gröſser aus als vorher, blieben aber immer geringer als die, welche durch Ausglühen erreicht worden waren; denn bei der Unvollkommenheit des Guerikeſchen Vacuums bleibt immer noch etwas Luft in der Kohle zurück.

Um zu erfahren, welchen Einfluſs die Dichtigkeit eines Gas auf das Volum hat, welches Kohle davon abſorbirt, brachte ich eine Kohle, die ſich bei dem gewöhnlichen Luftdruck mit einer be-

ſtimmten Menge Gas geſättigt hatte, in die Torricellifche Leere eines Barometers von zwei Centimeter (8,8 par. Lin.) innerer Weite der Röhre. So wie die Kohle in den luftleeren Raum trat, lieſs ſie einen Theil ihres Gaſes fahren, der das Barometer um eine Gröſse fallen machte, aus der ſich der Druck ergab, unter welchem das freigewordene Gas ſtand. Aus dem körperlichen Inhalt des Theils der Röhre, der von dieſem Gas eingenommen wurde, erfuhr ich das Volum des Gaſes bei jenem Druck, und dieſes Volum abgezogen von dem Raum, den alles von der Kohle beim vorigen Luftdrucke abſorbirte Gas unter dem neuen Druck eingenommen hätte, gab das Volumen von verdünntem Gas zu erkennen, das in der Kohle in dem luftverdünnten Raume zurückgeblieben war. Wollte ich dieſen Verſuch noch bei einem andern Luftdruck machen, ſo lieſs ich nur vorher eine genau beſtimmte Gasmenge in das Barometer aufſteigen.

Verſuch 1. Eine Buchsbaumkohle, welche unter 0,7343 Meter (27.Z 1,51 L) Barometerſtand und in der Temperatur von 18°½ C. (14°,8 R.) 34½ Maaſs *kohlenſaures Gas* abſorbirt hatte, wurde in eine Atmoſphäre von kohlenſaurem Gas gebracht, welche nach den von der Kohle bewirkten Aenderungen unter einem Drucke von 0,2606 M. (9.Z 7,52 L) ſich befand. Unter dieſem Drucke würden die 34½ Maaſs Gas, wenn ſie aus der Kohle ganz hätten entweichen können, einen Raum von 97,21 Maaſsen eingenommen haben; es fanden ſich

indeſs in dem Barometer nur 28,16 Maaſs Luft. Die Kohle hatte alſo 69,05 Maaſs kohlenſaures Gas in ſich zurückbehalten, woraus folgt, daſs die Kohle ein gröſseres Volum von verdünntem kohlenſaurem Gas in ſich aufnimmt, als von verdichtetem.

Verſuch 2. Ich liefs die Kohle im Barometer, und vermehrte den Luftdruck bis auf 0,4038 M. (14.Z 10,99L), indem ich die Röhre tiefer ins Queckſilber tauchte. Unter dieſem Drucke hätten die 34½ Maaſse, welche von der Kohle bei 0,7343 M. (27.Z 15,1L.) abſorbirt wurden, einen Raum von 62,74 Maaſs einnehmen müſſen; das Barometer enthielt aber nur 12,83 Maſse Gas, ſo daſs bei dieſem Druck in der Kohle 49,91 Maaſs kohlenſaures Gas zurückblieben.

Ich übergehe einige andere Verſuche, die mir ähnliche Reſultate gegeben haben. Sie ſtimmen alle dahin überein, daſs die Abſorptionen der Gaſe, nach dem Volum geſchätzt, weit gröſser ſind in einer verdünnten als in einer dichteren Atmoſphäre, obgleich die Abſorption, dem Gewichte nach geſchätzt, in dieſer gröſser als in jener iſt. Es finden indeſs hier nur bei Gasarten von groſsem Abſorptions-Vermögen auffallende Unterſchiede Statt, und ſie würden wohl kaum bemerkt werden können, wenn die Einſaugung nur etwa das einfache Volum der Kohle betrüge.

Wenn dieſe Verſuche fortgeſetzt werden ſollten, wird ſich vielleicht ein Geſetz zwiſchen den Abſorptionen und dem barometriſchen Drucke

auffinden laſſen. Ich habe ſie nicht verfolgt, auch keine Verſuche über die Veränderung der Abſorptionen für gleiche Zunahmen der Temperatur angeſtellt.

Die nämliche Urſache, welche die Kohle beim Verſchlucken der Gaſe ſich erwärmen macht, muſs beim Ausſcheiden des Gaſes aus ihr eine Erkältung zu Wege bringen. Eine cylindriſche Kohle von Büchenholz, 8 Centimeter (2 Z. 11½ Lin.) hoch, und 4 Centimeter (1 Z. 5,7 L.) im Durchmeſſer, wurde mit einem Thermometer, das in dieſelbe hineingeſtellt war, unter einen ſehr kleinen Recipienten gebracht, und dort vermittelſt der Luftpumpe ſeiner Luft beraubt, um mit kohlenſaurem Gas geſättigt zu werden. Als ich dieſes nachher durch Auspumpen entzog, fiel das Thermometer, das auf 18° C. (14°,4 R.) ſtand, in wenigen Minuten um 14° C. (11°,2 Reaum.) *). Als derſelbe Verſuch mit *atmoſphäriſcher Luft* wiederholt wurde, betrug die Aenderung der Temperatur unter gleichen Umſtänden nur 3° bis 4° C.

5. Das Vermögen der Gasverdichtung iſt allen Körpern gemein, die einen gewiſſen Grad von Poroſität beſitzen.

Daſs man bisher das Vermögen, Gas zu verdichten, in keinem andern Körper als in der Kohle wahrgenommen hat, davon liegt der Grund darin, daſs man theils die Verſuche mit keinem andern

*) Bei dem Eindringen des kohlenſauren Gas in die luftleere Kohle war vorher die Temperatur der Kohle um etwa 14° C. erhöht worden. *v. S.*

Körper von angemeſſener Textur angeſtellt, theils über die Abſorptionen keine ſorgfältigen Beobachtungen gemacht hat. Ich habe keinen Körper gefunden, der dieſes Vermögen in einem ſo hohen Grade beſäſse, wie einige Gattungen von Kohle.

Bei allen Verſuchen, die ich hier anführen werde, habe ich mich der Luftpumpe bedient, um die poröſen Körper von atmoſphäriſcher Luft zu leeren, und ſie empfänglich zu machen, die Gaſe zu verdichten. Die Methode des Ausglühens geht nur mit Kohle gut von Statten, weil ſie, ihrer Verbrennung und ihrer geringen Wärmeleitung wegen, bei dem Uebertragen aus dem Ofen ins Queckſilber faſt ihre ganze Weifsglühehitze behält. Die andern poröſen nicht verbrennlichen Körper leiden dagegen, wenn ſie nicht ſehr groſs ſind, bei dieſem Hinüberführen eine nach den Umſtänden ſehr verſchiedene Erkältung, welche auf die Abſorptionen bedeutenden Einfluſs hat. Ueberdem geſtattete mir die Luftpumpe, auch vegetabiliſche und animaliſche Körper, welche im Feuer ihr ganzes Weſen verändert hatten, in der erwähnten Beziehung zu unterſuchen.

Verſuch 1. *Abſorption der Gaſe durch ſpaniſchen Meerſchaum* *). Da dieſer Stein, wenn er auch noch ſo trocken ſcheint, immer etwas Waſſer enthält, brachte ich ihn ins Feuer, und noch lau-

*) Dieſe noch ununterſuchte Varietät des Meerſchaums findet ſich zu *Valecas* bei *Madrid*. Ihr ſpecif. Gewicht, ihre Poroſität und die Menge aufgenommenen Waſſers ſind in einzelnen Stücken verſchieden. Der hier ge-

warm unter den Recipienten der Luftpumpe. Nachdem ich ihn unter ihr durch Auspumpen der Luft von ſeiner Luft befreit hatte, brachte ich ihn zuerſt in Ammoniakgas, und beſtimmte, wie viel er davon verſchluckte; und dieſes Verfahren wiederholte ich mit demſelben Stück Meerſchaum für jede der andern Gasarten, brachte es jedes Mal erſt wieder ins Feuer, dann unter die Luftpumpe, und dann erſt in das Gas; und ſo wurde das Stück Meerſchaum nach der Reihe mit jedem der vorhin genannten Gaſe in Berührung geſetzt. Das hier gebrauchte Stück hielt 41,25 Kub. Centimeter (2,078 Kub. Zoll), und dieſes Volum machte es mir möglich, kleine Unterſchiede in den Abſorptionen zu ſchätzen. Eine Wiederholung aller dieſer Verſuche, auf dem nämlichen Wege, und mit demſelben Stücke Meerſchaum, womit die erſte Reihe von Verſuchen angeſtellt war, gab vollkommen gleiche Reſultate mit jenen. Dieſen beiden Reihen von Verſuchen zu Folge verdichtete 1 Maaſs dieſes Meerſchaums bei 15° C. (12° R.) Temperatur und 0,73 Meter (27 Z. 0 Lin.) Barometerhöhe folgende Gasmengen:

brauchte verlor durch Ausglühen 0,23 ſeines Gewichts. Sein ſpecif. Gewicht, das ich, wie bei den andern porö-ſen Körpern, durch Untertauchen in Queckſilber beſtimmte, welches nicht in ihn hineindrang, betrug 0,826. Hundert Theile Meerſchaum von Natolien enthalten nach Klaproth

50,50	Theile	Kieſelerde	
17,25	—	Talkerde	
25	—	Waſſer	
5	—	Kohlenſäure	
0,5	—	Kalkerde	v. S.

von Ammoniakgas *).	15 Maafs
Schwefel-Waſſerſtoffgas	11,7
kohlenſaurem Gas **)	5,26
oxydirtem Stickgas	3,75
ölerzeugendem Gas	3,7
Stickgas	1,60
Sauerſtoffgas	1,49
oxydirtem Kohlenſtoffgas	1,17
oxydirtem Kohlen-Waſſerſtoffgas	0,85
Waſſerſtoffgas	0,44

Daſs dieſe Abſorptionen ſich durch die bloſse Luftpumpe, ohne Hülfe des Feuers, wieder aufheben und zerſtören laſſen, iſt ein Beweis, daſs die genannten Gaſe keine dauerhaften Verbindungen mit dem Steine eingehen, wie groſs auch der atmoſphäriſche Druck bei der Abſorption ſeyn möge. Uebrigens waren auch dieſe Abſorptionen, wie bei der Kohle, kleinen Ungleichheiten unterworfen, welche von geringen Aenderungen der Temperatur und des Luftdrucks herrührten.

*) Hat man den Meerſchaum ſo gut als es in der Temperatur der Atmoſphäre möglich iſt, getrocknet, ihn aber nicht geglüht, ſo verſchluckt er 150 Maafs Ammoniakgas, und braucht dazu mehrere Tage. Iſt er dagegen im Feuer getrocknet worden, ſo geht die ganze Abſorption in 5 bis 6 Stunden vor ſich. Die Kohle giebt in jeder Hinſicht ganz ähnliche Reſultate. Es ergab ſich aus meinen Verſuchen, daſs eine ſehr kleine Menge Waſſer das Vermögen des im Feuer getrockneten Meerſchaums, kohlenſaures Gas zu verdichten, ebenfalls ſehr erhöhte, eine groſse Menge von Waſſer daſſelbe aber verringerte. Immer ging die Verdichtung des kohlenſauren Gaſes weit langſamer vor ſich, wenn der Meerſchaum Waſſer enthielt, als wenn er ganz trocken war. *v. S.*

**) War der Meerſchaum nicht ausgeglüht, ſo betrug die Abſorption 13 Maafs kohlenſaures Gas. *v. S.*

Ich habe dieſe Verſuche noch mit einem zweiten Stücke Meerſchaum von Valecas gemacht; es gab mir minder groſse Abſorptionen, und verdichtete, wenn der Stein an der Luft getrocknet war, nur das 3fache, und wenn ich ihn geglüht hatte, nur das 2½fache ſeines Volums von kohlenſaurem Gas.

Eben ſo, wie bei der Kohle, waren auch beim Meerſchaum die Abſorptionen gröſser in verdünntem Gaſe, als in dichterem. So verſchluckten 13,87 Kub. Centimeter (0,7 Kub. Zoll) Meerſchaum, die bei einem Luftdruck von 0,723 M. (26 Zoll 8,51 Lin.) nur 42½ Centimeter (2,14 Kub. Zoll) kohlenſaures Gas aufgenommen hatten, 50½ Centimeter (2,54 Kub. Zoll) von eben dieſem Gas, bei einer Verdünnung von 0,238 M. (8 Zoll 9,50 Lin.) barometriſchem Druck.

Verſuch 2. Abſorption der Gaſe durch den Klebſchiefer von Menil-montant *). Ich habe dieſen Stein nicht ins Feuer gebracht, weil er ſich darin ſpaltet und zu ſtark zuſammenzieht, um bei den meiſten Gasarten noch beſtimmbare Abſorptionen zu geben. Ein Maals Klebſchiefer, das mittelſt der Luftpumpe luftleer gemacht und bei der

*) Das ſpecifiſche Gewicht dieſes Steins iſt 0,95; er enthält nach Klaproth

62,5 Kieſelerde
8 Talkerde
4 Eiſenoxyd
12 Waſſer

nebſt einigen Atomen Thonerde, Kalk und Kohle. *v. H.* [Klebſchiefer (*ſchiſte happant*) heiſst er, weil er wegen ſeiner ſchnellen Verdichtung der Waſſerdämpfe ſich ſogleich auf der Zunge anlaugt. *H.*]

gewöhnlichen Temperatur getrocknet worden war, abſorbirte bei 15° C. (12° R.)

von Ammoniakgas	113 Maaſs
kohlenſaurem Gas	2
öhlerzeugendem Gas	1,5
Stickgas	0,7
Sauerſtoffgas	0,7
oxydirtem Kohlenſtoffgas	0,55
oxydirtem Kohlen-Waſſerſtoffgas	0,55
Waſſerſtoffgas	0,48

Dieſe Abſorptionen ſind noch geringer als beim Meerſchaum, und ihre Verſchiedenheiten ſind bei manchen Gaſen zu klein, um ſich beſtimmen zu laſſen. Ueberhaupt muſs ich bemerken, daſs, wenn zwei Gaſe von einem feſten Körper nach dieſen Verſuchen gleich ſtark abſorbirt zu werden ſcheinen, dieſes uns nicht berechtigt zu ſchlieſsen, daſs ſie von ihm mit gleicher Stärke angezogen werden; es iſt vielmehr der Unzulänglichkeit des Verſuchs beizumeſſen, der, mehr ins Groſse ausgeführt, wahrſcheinlich auch da noch Unterſchiede gezeigt haben würde.

Verſuch 3, *mit Holz-Asbeſt aus Tyrol, und ſogenanntem Bergkork.* Der Holz-Asbeſt, den ich gebraucht habe, gleicht Splittern von Nuſsbaumholz, und hat ein ſpecifiſches Gewicht von 1,423 durchs Glühen verlor er 0,19 ſeines Gewichts. Der Bergkork war weiſs, von ſpecifiſchem Gewichte 0,6, und verlor im Ausglühen auf 100 Gewichtstheilen 1½ Theil. Beide Steine wurden durch Aus-

glühen trocken gemacht, und es abſorbirte dann 1 Maaſs derſelben, nachdem es mit der Luftpumpe luftleer gemacht worden war, bei einer Temperatur von 15° C. folgende Mengen von Gas

	ein Maaſs Holz-Asbeſt von	ein Maaſs Bergkork
Ammoniakgas	12,75 Maaſs	2,3 Maaſs
kohlenſaurem Gas	1,7	0,82
öhlerzeugendem Gas	1,7	0,82
oxydirtem Kohlenſtoffgas	0,58	0,78
Stickgas	0,47	0,68
Sauerſtoffgas	0,47	0,68
oxydirtem Kohlen-Waſſerſtoffgas	0,41	0,68
Waſſerſtoffgas	0,31	0,68

Es iſt bemerkenswerth, daſs der viel ſchwammigere Bergkork doch viel geringere Unterſchiede der Abſorptionen giebt. *Amianth* in einem Bündel dicht aneinander gepreſst, zeigte keine bedeutende Verſchiedenheiten in ſeinen Abſorptionen.

Verſuch 4, *mit ſächſiſchem Hydrophan* *), *und Quarz von Vauvert* **). Der Hydrophan

*) Nach Klaproth enthält der Hydrophan aus Sachſen in 100 Theilen

93 Kieſelerde
1,6 Alaunerde
5,25 Waſſer.

Das ſpecifiſche Gewicht meines Exemplars war 1,7, und das Volum deſſelben nur 4 Kub. Centimeter (0,2 Kub. Zoll), daher die Beobachtungen nicht die gröſste Genauigkeit haben. Der Stein zerſpringt im Rothglühen, daher läſst er ſich nicht in das Feuer bringen. *v. S.*

**) Dieſer Quarz findet ſich in Rollkieſeln zu *Vauvert* bei

(Weltauge) aus Sachſen, wurde an der Luft, der Quarz von Vauvert durch Glühen getrocknet. Von beiden verſchluckte dann, bei mittlerem Luftdruck, 1 Maaſs, das leer von Luft war, folgende Mengen Gas:

ein Maaſs *Hydrophan* von		ein Maaſs *Quarz von Vauvert*
Ammoniakgas	64 Maaſs	10 Maaſs
ſalzſaurem Gas	17	
ſchwefligſaurem Gas	7,37	
kohlenſaurem Gas	1	0,6
ölerzeugendem Gas	0,8	0,6
Stickgas	0,6	0,45
Sauerſtoffgas	0,6	0,45
Waſſerſtoffgas	0,4	0,37

Der *Schwimm-Quarz von St. Ouen*, vom ſpecif. Gewicht 0,468, gab, auf die nämliche Weiſe behandelt, keine recht merkbare Verſchiedenheit in den Abſorptionen.

Verſuch 5, *mit ſchwefelſaurem Kalk.* Er war im Zuſtande von calcinirtem Gyps, durch Waſſer verhärtet, und an der Luft getrocknet. Sein ſpecifiſches Gewicht betrug 0,96; ein Maaſs deſſelben abſorbirte luftleer

0,58 Maaſs von Sauerſtoffgas
0,53 — — Stickgas

Nîmes, und ſcheint ein reiner Quarz zu ſeyn, der durch etwas Eiſenoxyd roth gefärbt iſt. Er iſt zuweilen ſo leicht, daſs er auf dem Waſſer ſchwimmt; das hier gebrauchte Stück hatte 1,18 ſpecif. Gewicht. Hundert Theile deſſelben verlieren im Feuer 3,35 Theile. *v. S.*

0,50 Maafs von Waſſerſtoffgas
0,43 — — kohlenſaurem Gas

Verſuch 6, mit ſchwammiger kohlenſaurer Kalkerde, oder dem mineraliſchen Lerchenſchwamm (Agaricus mineralis) *). Ein Maafs dieſes Steins, an der Luft getrocknet, abſorbirte luftleer

0,87 Maafs von kohlenſaurem Gas
0,80 — — Stickgas
0,80 — — Waſſerſtoffgas
0,67 — — Sauerſtoffgas

Verſuch 7, mit verſchiedenen Holzarten. Die Hölzer wurden an der Luft getrocknet, und dann kleine Stücken derſelben mehrere Wochen lang in groſse Flaſchen voll ſalzſaurem Kalk gethan. Gleichwohl behielten ſie noch etwas hygrometriſches Waſſer in ſich, welches ſich, als ſie luftleer in Ammoniakgas verſetzt wurden, dadurch offenbarte, daſs ſich während der Abſorption ein wäſſeriger Dunſt um ſie verbreitete, den die beim Verdichtungsproceſſe freigewordene Wärme austrieb. Dieſelbe Erſcheinung zeigten, bei gleicher Behand-

*) Dieſe ſehr leichte weiſse Kreideart findet ſich auf dem Jura, und hat nur 0,465 ſpecifiſches Gewicht. Hundert Gewichtstheile derſelben löſten ſich in Salpeterſäure vollſtändig auf, und entwickelten 35 Theile kohlenſaures Gas, welche etwa 83 Theile kohlenſauren Kalks anzeigen. Die übrigen 17 Theile ſind gröſstentheils auf Rechnung des zufälligen Waſſers zu ſetzen, das in allen Steinen von einer gewiſſen Poroſität immer in gröſserer oder geringerer Menge vorhanden iſt. *v. S.*

lung, *Klebſchiefer*, *Zwirn*, *Wolle* und *Seide*; alle dieſe Körper verſchluckten nachher wieder den Dunſt. Die *Leinfäden* waren, in feſte Bündel zuſammengepreſst, vom ſpecifiſchen Gewicht 0,78. Es abſorbirte 1 Maaſs von luftleerem

von	Haſelholz	Maulbeerholz	Tannenholz	Leinfäden
	Maaſs	Maaſs	Maaſs	Maaſs
Ammoniakgas	100	88		68
kohlenſaurem Gas	1,1	0,46	1,1	0,62
öhlerzeugendem Gas	0,71			0,48
oxydirtem Kohlen-Waſſerſtoffgas	0,58			0,35
Waſſerſtoffgas	0,58	0,46	0,75	0,35
oxydirtem Kohlenſtoffgas	0,58			0,35
Sauerſtoffgas	0,47	0,34	0,5	0,35
Stickgas	0,21	0,18	0,21	0,33

Verſuch 8, *mit roher Seide und mit Wolle.* Das ſpecif. Gewicht der Strähne Seide betrug 0,731; das der Strähne Wolle 0,6; vor dem Verſuch wurden beide über ſalzſaurem Kalk getrocknet. Die Temperatur war wie bei den vorigen Verſuchen. Es abſorbirte 1 Maaſs

luftleerer Wolle von		luftleerer Seide
Ammoniakgas		78 Maaſs
kohlenſaurem Gas	1,7 Maaſs	1,1
öhlerzeugendem Gas	0,57	0,5
Sauerſtoffgas	0,43	0,44
oxydirt. Kohlenſtoffgas	0,3	0,3
Waſſerſtoffgas	0,3	0,3
Stickgas	0,24	0,125

Alle Körper, mit denen ich dieſe Verſuche angeſtellt habe, die Kohle und den Hydrophan ausgenommen, ſogen bei meiner Art zu verfahren vor der Gasverdichtung beträchtlich viel Queckſilber ein. Nimmt man hierauf nicht Rückſicht, ſo ſcheint es, als wenn die abſorbirten Volumina der wenig verſchluckbaren Gaſe oft kleiner ſeyen, als der Raum der Poren des abſorbirenden Körpers.

6. *Einfluſs der Verwandtſchaft und Elaſticität der Gasarten, und der Poroſität der feſten Körper auf die Abſorptionen.*

Die Stufenfolge der Abſorptionen der verſchiedenen Gaſe ſcheint zwar bei allen Körpern von gleicher chemiſcher Beſchaffenheit die nämliche zu ſeyn: alle Asbeſtarten verdichteten das kohlenſaure Gas mehr als das Sauerſtoffgas, die Hölzer das Waſſerſtoffgas mehr als das Stickgas. Allein darum ſind die Verdichtungen ſelbſt in den verſchiednen Arten von Asbeſt, oder Holz, oder Kohle nichts weniger als gleich: der Holz-Asbeſt verdichtete gröſsere Volumina von kohlenſaurem Gas, als der Bergkork; eben ſo der Hydrophan gröſsere Mengen, als der Schwimm-Quarz von St. Ouen und der Quarz von Vauvert, und die Abſorptionen der Buchsbaumkohle ſind weit beträchtlicher, als die der Kohle von Tannenholz; Verſchiedenheiten, welche keineswegs verſchwinden, wenn man, ſtatt gleicher Volumina, gleiche Gewichte von Kohle nimmt.

Der Graf von Morozzo glaubte zu bemerken, dafs die entzündbarſten und zur Bereitung des Schieſspulvers tauglichſten Kohlen das geringſte Abſorptionsvermögen beſitzen, und meint, dieſes möge von Verſchiedenheiten in der chemiſchen Zuſammenſetzung der Kohlen herrühren. Allein da die Analyſe in Kohlen von ſehr ungleichem Verdichtungs-Vermögen einerlei Beſtandtheile zeigt, ſo fällt dieſe Erklärung weg, und wir müſſen die Urſache jener Verſchiedenheiten vielmehr in einer phyſiſchen Beſchaffenheit, z. B. in der Menge und dem Durchmeſſer der Poren der abſorbirenden Körper ſuchen.

Um den Einfluſs kennen zu lernen, welchen die Poroſität oder der Aggregations-Zuſtand des feſten Körpers auf ſein Abſorptions-Vermögen hat, verglich ich mit einander die Gasmengen, welche daſſelbe Stück Buchsbaumkohle ganz, und in ein unfühlbares Pulver zerrieben, verſchluckte. Das Stück Buchsbaumkohle wog 2,94 Gramme (55,3 Gran Franz.), hatte ein Volum von 4,92 Kub. Centimeter (0,248 Kub. Zoll) und abſorbirte, mittelſt der Luftpumpe luftleer gemacht, 35½ Kub. Centimeter (1,792 Kub. Zoll), oder etwa 7¼ Mal ihr Volum, an atmoſphäriſcher Luft. Sie wurde nun zu einem unfühlbaren Pulver gerieben, und in eine Glasröhre gebracht, die an beiden Enden mit Gaze verſchloſſen wurde; in dieſem Zuſtande betrug bei gleichem Gewicht, wie zuvor, ihr Volum 7,3 Kub. Centimeter (0,368 Kub. Zoll), und ſie abſorbirte

nach dem Auspumpen nur 20,8 Kub. Centimeter (1,12 Kub. Zoll) atmoſphäriſche Luft, oder das 3fache ihres Volums im pulveriſirten, und das $4\frac{1}{3}$fache des Volums im feſten Zuſtande. Durch die Zerſtörung, Oeffnung und Erweiterung einer groſsen Zahl der kleinen Zellchen der Kohle wurde alſo ihr Abſorptions-Vermögen bedeutend geſchwächt, und die Verdichtung der Gaſe in den feſten Körpern führt uns auf ein analoges Reſultat, als das Anſteigen der Flüſſigkeiten in den Haarröhrchen: beide ſtehn nämlich im umgekehrten Verhältniſs der inneren Durchmeſſer der Röhren.

Das Abſorptions-Vermögen der meiſten Gattungen von Kohle, und mehrerer andrer poröſen Körper, nimmt bis zu einer gewiſſen Gränze mit ihrem ſpecifiſchen Gewichte zu, und dieſes muſs bei übrigens gleichen Umſtänden gröſser ſeyn, wenn die Poren enger und gedrängter beiſammen ſind. *Kohle von Kork*, deren ſpecifiſches Gewicht höchſtens 0,1 beträgt, äuſsert keine wahrnehmbare Verdichtung auf die atmoſphäriſche Luft. *Kohle von Tannenholz*, vom ſpecif. Gewicht 0,4, verſchluckt $4\frac{1}{2}$ Mal ihr Volum von atmoſphäriſcher Luft. *Buchsbaumkohle* vom ſpecif. Gewicht 0,6 nimmt $7\frac{1}{2}$ Mal ſo viel Luft in ſich auf, als ihr Volum beträgt; und die *Steinkohle vom Ruffiberg*, welche vegetabiliſchen Urſprungs und von ſpecif. Gewicht 1,326 iſt, abſorbirt $10\frac{1}{2}$ Mal ihr Volum von atmoſphäriſcher Luft. Nähme man Kohlen von immer gröſserer Dichtigkeit, ſo würde man bald auf

eine Gränze gerathen, wo die Poren zu enge werden, um ein Gas eindringen zu laſſen. Dann hört alle Verdichtung auf, obgleich das ſpecif. Gewicht zugenommen hat. So läſst das *Reiſsblei* von Cumberland, welches 0,96 an Kohle enthält, alſo für eine wahre Kohle anzuſehen iſt, bei einem ſpecif. Gewicht von 2,17 die atmoſphäriſche Luft ganz unverdichtet; und eben ſo verhält es ſich mit einer *Kohle* von nahe demſelben Gewicht, die ich durch *Deſtillation*, flüchtiger Oehle in einer glühenden Porcellainröhre erhalten habe.

Uebrigens entſpricht dieſes Zunehmen der Verdichtung der des ſpecifiſchen Gewichts nur ungefähr, und bei genauerer Unterſuchung zeigen ſich häufige Ausnahmen von dieſer Regel. Die verſchiednen Arten von Kohle weichen nämlich bei gleicher oder ungleicher Dichtigkeit doch immer in ihrer Organiſation von einander ab, und laſſen ſich daher nicht immer mit einem Schwamm vergleichen, deſſen Poren und deſſen Dichtigkeit man durch Druck modificiren kann.

Ich hoffte Körpern, welche wie das Reiſsblei von Cumberland zu dicht ſind, und zu unmerkliche Poren haben, als daſs die Gasarten in ſie eindringen können, durch Pulveriſirung das Vermögen zu ertheilen, die Gaſe zu abſorbiren; allein meine Erwartung blieb unerfüllt. Die Poren, welche ſich durch das Zerreiben eines Körpers zu einem feinen Pulver bilden, ſcheinen zu locker, zu offen und in zu geringer Anzahl zu ſeyn, um kohlenſaures Gas,

Stickgas, Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas auf eine merkliche Weiſe verdichten zu können. Auf elaſtiſche Flüſſigkeiten, welche durch eine geringe Vermehrung des Drucks die Luftgeſtalt verlieren, ſcheinen ſie dagegen zu wirken; denn ich kenne keinen einzigen Körper, der nicht durch möglichſt feines Pulver das Vermögen erhalte, den elaſtiſchen Waſſerdampf unſrer Atmoſphäre zu verdichten, wie dieſs der Gewichtsverluſt beweiſt, den alle pulveriſirten feuerbeſtändigen Körper beim Erhitzen erleiden.

Aus den bisherigen Beobachtungen folgt, daſs das Vermögen, welches die Gaſe beſitzen, ſich in einem feſten poröſen Körper zu verdichten, innerhalb gewiſſer Gränzen im umgekehrten Verhältniſs des Durchmeſſers der Poren zunimmt.

Es kommen indeſs bei dieſen Condenſationen, auſser der Poroſität, noch zwei andre Umſtände in Betrachtung: *Erſtens* die verſchiednen Verwandtſchaften, welche zwiſchen den Baſen der Gasarten und dem abſorbirenden Körper Statt finden; und *zweitens* die Expanſivkräfte der Gaſe, oder der Widerſtand, welchen ſie bei verſchiedenen Wärmegraden und atmoſphäriſchem Druck ihrer Verdichtung entgegenſetzen.

Einen Beweis von der Einwirkung jener Verwandtſchaften finden wir in der verſchiednen Ordnung, nach welcher die Abſorptionen der Gasarten bei verſchiedenartigen Körpern ihrer Gröſse nach auf einander folgen; ſo verdichten Kohle und

Meerſchaum mehr Stickgas als Waſſerſtoffgas, Holz dagegen mehr Waſſerſtoffgas als Stickgas. Der Einfluſs der Elaſticität zeigt ſich darin, daſs die Verdichtung der Gaſe nicht immer im Verhältniſs der Gröſse der Verwandtſchaft ihrer Baſen zu dem abſorbirenden Körper ſteht. So wird das kohlenſaure Gas von der Kohle weit mehr verdichtet, als das Sauerſtoffgas, obgleich die Verwandtſchaft des mit Kohlenſtoff geſättigten Sauerſtoffs in demſelben zur Kohle nur ſehr ſchwach ſeyn kann. Zu den elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die von poröſen Körpern am ſtärkſten verdichtet werden, gehören überdem mehrentheils gerade ſolche, welche bei einer bekannten Verminderung der Temperatur oder des Luftdrucks die Gasgeſtalt verlieren, wie der *elaſtiſche Waſſerdampf*, der von allen poröſen, Gas abſorbirenden Körpern in groſser Menge verdichtet wird, das *Ammoniakgas*, das allgemein die ſtärkſten Abſorptionen erleidet, und der elaſtiſche *Dampf des Schwefeläthers*, der von Kohle, Meerſchaum, geglühtem Holz-Asbeſt, und allen zur Gas-Abſorption geſchickten Körpern ſehr ſtark eingeſchlürft wird.

Haben die Gasarten ein gröſseres Beſtreben, ihren elaſtiſchen Zuſtand zu erhalten, als ſich mit dem poröſen Körper zu vereinigen, ſo äuſsert ſich die Verſchiedenheit der Anziehungen zwiſchen ihren Baſen und dieſem Körper nicht, und dieſes findet in allen Fällen Statt, in welchen die Verdichtungen mit den bekannten Verwandtſchaften nicht übereinſtimmen. Uebertrifft oder zerſtört dagegen

die Verwandtſchaft der Baſen der Gaſe zu dem poröſen Körper ihre Elaſticität, ſo entſprechen die Abſorptionen den bekannten Verwandtſchaften.

Aus dieſen Betrachtungen erhellt, daſs die Verdichtung der Gasarten durch poröſe Körper, abgeſehn von dem Einfluſs des Grades der Poroſität, durch zwei Kräfte beſtimmt wird: *erſtens* durch die anziehende Kraft, vermöge welcher die Baſis des Gaſes und der poröſe Körper ſtreben, ſich mit einander zu vereinigen; und *zweitens* durch die Kraft der Elaſticität des Gaſes, oder die Anziehung ihrer Baſen zum Wärmeſtoff. Dieſe beiden Kräfte ſind einander entgegengeſetzt, und die Abſorption der Gaſe durch die feſten poröſen Körper iſt das Reſultat ihrer Verſchiedenheit. Dieſe beiden Kräfte hat längſt ſchon Berthollet in Betrachtung gezogen, und gezeigt, daſs die Elaſticität der Gaſe eine Kraft iſt, welche ihren chemiſchen Verbindungen entgegen ſtrebt. Ich habe hier nur die Grundſätze dieſes berühmten Chemikers auf den Gegenſtand, der mich beſchäftigt, anzuwenden gebraucht.

ZWEITER ABSCHNITT.

Gleichzeitige Abſorption mehrerer Gaſe durch einen feſten poröſen Körper.

Die bisherigen Verſuche betrafen die Abſorption einzelner, mit einander nicht vermiſchter Gasarten. Ich komme nun zu der verwickelteren Auf-

gabe, zu unterſuchen, ob, wenn mehrere Gaſe von einem poröſen feſten Körper eingeſogen werden, die Abſorptionen denen entſprechen, welche bei den einzelnen Gaſen getrennt Statt fanden. Ich habe dieſe Unterſuchung auf zwei verſchiedenen Wegen angeſtellt: einmal verſetzte ich den poröſen Körper luftleer in Miſchungen aus zwei Gaſen; zweitens brachte ich ihn luftleer erſt in das eine unvermiſchte Gas, und, nachdem er ſich damit geſättigt hatte, verſetzte ich ihn in das zweite Gas. Die eudiometriſche Prüfung der Luft, welche nach dieſer zweiten Abſorption zurückblieb, gab das Verhältniſs zu erkennen, in welchem beide Gasarten abſorbirt worden waren.

7. *Verdichtung mit einander vermiſchter Gaſe durch die Kohle.*

Die Herren Rouppe und Norden haben bekannt gemacht *), daſs, wenn man bei der gewöhnlichen Luft-Temperatur eine mit Waſſerſtoffgas geſchwängerte Kohle in Sauerſtoffgas bringe, man Waſſer an den Wänden des Recipienten ſich zu Tropfen verdichten ſehe, wobei Wärme frei, und Sauerſtoffgas abſorbirt werde. Das nämliche findet, ihrer Ausſage zu Folge, Statt, wenn man den Verſuch umkehrt, und eine mit Sauerſtoffgas geſättigte Kohle in Waſſerſtoffgas verſetzt. In dieſen Behauptungen, die nirgends widerlegt worden ſind, liegt nichts, was den allgemein angenommenen Grundſätzen entgegen wäre, vielmehr iſt zu vermu-

*) *Annales de Chimie* T. XXXIV.

thun, daſs die Verdichtung, welche die Gaſe in der Kohle erleiden, die Verbindung ihrer Grundſtoffe erleichtere. Es iſt daher ganz gegen meine Erwartung, daſs ich mich genöthigt ſehe, die mehrſten Behauptungen dieſer holländiſchen Chemiker in Zweifel zu ziehen.

Ich habe meine Verſuche mit *Sauerſtoffgas*, *Waſſerſtoffgas*, *Stickgas* und *kohlenſaurem Gas*, je zwei und zwei genommen, angeſtellt. Der leichtern Ueberſicht wegen werde ich erſt im Allgemeinen die Reſultate, welche ich gefunden habe, darlegen, und dann erſt in ein umſtändlicheres Detail eingehn, für die beſtimmt, welche tiefer in dieſe Unterſuchung eindringen wollen.

A. Wird eine Kohle, die mit einem dieſer Gaſe geſchwängert iſt, in eins der andern dieſer Gaſe gebracht, ſo läſst ſie einen Theil des erſtern Gas fahren, um von dem zweiten einen Antheil in ihre Poren aufzunehmen.

Je nachdem das früher von der Kohle eingeſchluckte Gas einer ſtärkern oder nur einer ſchwächern Verdichtung fähig iſt, als das Gas, in welches man ſie verſetzt, wird die Atmoſphäre, worin ſich die Kohle befindet, im erſten Fall vergröſsert, wobei in der Kohle Kälte entſteht, im zweiten Fall vermindert, wobei in der Kohle Wärme frei wird. Wir haben ſo z. B. geſehn, daſs eine Kohle ſehr viel mehr kohlenſaures Gas als Waſſerſtoffgas verdichtet. Verſetzt man eine mit kohlenſaurem Gas geſchwängerte Kohle in Waſſer-

ſtoffgas, ſo vermehrt ſich die Luftmenge ſehr bedeutend, und die Kohle wird kälter; es dringt nämlich nur eine ſehr kleine Menge Waſſerſtoffgas in die Poren der Kohle, und treibt aus ihnen ein weit gröſseres Volumen kohlenſauren Gaſes aus, und jene kleine Menge Waſſerſtoffgas nimmt in dem porölen Körper ungefähr denſelben Raum ein, als zuvor der ausgetriebene Antheil kohlenſaures Gas. Bringt man dagegen umgekehrt eine mit Waſſerſtoffgas geſättigte Kohle in einen Recipienten voll kohlenſauren Gaſes, ſo vermindert ſich die Luft und erwärmt ſich die Kohle; es dringt dann nämlich eine groſse Menge kohlenſaures Gas in die Kohle, und treibt nur ein kleines Volumen Waſſerſtoffgas aus, und nimmt in ihr ungefähr denſelben Raum ein, den zuvor das wenige Waſſerſtoffgas anfüllte. — Da Sauerſtoffgas (nach 1) durch die Kohle ſtärker als Waſſerſtoffgas verdichtet wird, ſo zeigen auch dieſe beiden Gaſe dieſelben Erſcheinungen; eine mit Sauerſtoffgas geſchwängerte Kohle in Waſſerſtoffgas verſetzt, läſst viel mehr von dem erſtern Gaſe fahren, als ſie vom zweiten einſchlürft, und die Luftmenge wird alſo vermehrt, unter Erkältung. Mit Waſſerſtoffgas geſchwängerte Kohle vermindert dagegen, in Sauerſtoffgas verſetzt, das Luftvolumen, unter Erwärmung der Kohle. Auf dieſe Art läſst ſich aus der in 1 gegebenen Stufenfolge der Verdichtungen der reinen Gasarten durch die Kohle, der Erfolg bei dieſen Verſuchen jedes Mal voraus ſagen. Das abſorbirte Gas ſchei-

det ſich in dieſen Fällen gerade ſo aus der Kohle aus, wie aus Waſſer, das mit dem Gas geſchwängert iſt, wenn es mit einer andern Gasart in Berührung kömmt.

B. Das Volumen des Gas, welches durch ein anderes aus der Kohle ausgetrieben wird, variirt nach Verſchiedenheit des Verhältniſſes, worin beide Gasarten in dem nicht abſorbirten Ueberreſte vorhanden ſind. Die Ausſcheidung iſt deſto vollſtändiger, in je größerm Ueberſchuſſe das Gas genommen wird, welches dieſelbe bewirken ſoll; doch kömmt man in verſchloſſenen Gefäſsen nie dahin, ein früher eingeſchlucktes Gas durch ein anderes völlig auszutreiben, immer bleibt eine kleine Menge in der Kohle zurück.

C. Zwei durch Abſorption in der Kohle vereinigte Gaſe erleiden in ihr oft eine etwas größere Verdichtung, als jedes im ungemiſchten Zuſtande. So z. B. begünſtigt die Gegenwart von Sauerſtoffgas in der Kohle die Verdichtung des Waſſerſtoffgas in ihr; die Gegenwart von kohlenſaurem Gas oder von Stickgas in der Kohle die Verdichtung des Sauerſtoffgas; und die Gegenwart von Waſſerſtoffgas in der Kohle die Verdichtung des Stickgaſes in den Poren der Kohle. Doch findet dieſe Wirkung nicht in allen Fällen bei den 4 erwähnten Gaſen Statt, indem die Gegenwart des Stickgas in der Kohle die Abſorption des kohlenſauren Gas nicht vermehrt.

D. Wenn gleich durch eins der vier angeführten Gaſe die Verdichtung eines des andern begün-

ſtigt worden iſt, ſo gehn doch beide keine wahrzunehmende bleibende Verbindung ein (wenigſtens nicht innerhalb des Zeitraums von einigen Tagen). So z. B. läſst ſich, trotz der Behauptung der Herren Rouppe und Norden, keine Waſſererzeugung wahrnehmen, wenn man bei der gewöhnlichen Temperatur eine mit Waſſerſtoffgas geſättigte Kohle in Sauerſtoffgas bringt, oder den umgekehrten Verſuch macht. Eben ſo wenig iſt es mir gelungen, auf dieſem Wege Stickgas und Waſſerſtoffgas zu Ammoniak, oder Stickgas und Sauerſtoffgas zu Salpeterſäure zu vereinigen.

Ich laſſe nun die umſtändlichere Darſtellung einiger dieſer Verſuche folgen, welche mir alle analoge und meiſt nur dem Grade nach verſchiedene Reſultate gegeben haben.

Verſetzung einer mit Waſſerſtoffgas geſchwängerten Kohle in einen Recipienten voll Sauerſtoffgas. Ein Maaſs Buchsbaumkohle, welches 1,75 Maaſs Waſſerſtoffgas eingeſchlürft hatte, wurde bei einer Temperatur von 11° C. in 20,45 Maaſs Sauerſtoffgas gebracht, das $\frac{2}{100}$ Stickgas enthielt. Die Kohle verminderte dieſe Atmoſphäre um 6,5 Maaſs*). Ein hunderttheiliges Thermometer, das im Augenblick der ſchnellſten Verdichtung die Kohle be-

*) Die Aenderung des Volums wurde erſt 24 Stunden nachdem die Kohle hineingebracht war, beſtimmt. Die Recipienten, in welchen die Abſorption vor ſich ging, waren weite Glasröhren, wenig gröſser, als der Durchmeſſer der Kohle: dieſe hielt etwa 2,5 Kub. Centimeter (0,126 Kub. Zoll).

v. Sauſſure.

rührte, zeigte eine Temperatur-Erhöhung von 2½ Graden *). Diese Erwärmung ist geringer als die, welche sich bei Absorption des Sauerstoffgas entwickelt. Umsonst bemühte ich mich bei diesem Versuch, so wie bei andern mit weit gröfseren Kohlen, etwas von dem Wasser wahrzunehmen, das nach den HH. Rouppe und Norden sich hier bilden sollte. Das in dem Recipienten rückständige Gas war nicht mehr reines Sauerstoffgas, sondern enthielt, nach Anzeige des Volta'schen Eudiometers, ein Maafs Wasserstoffgas: das Sauerstoffgas

*) Die Herren Rouppe und Norden haben diese Temperatur-Erhöhung der Vereinigung des Sauerstoffgases und Wasserstoffgases zu Wasser zugeschrieben, wovon sich hier eine sichtbare Menge bilden soll; es ist ihnen aber entgangen, dafs diese Wärme durch die Verdichtung des Sauerstoffgas allein in der Kohle bewirkt wird (3). Raisonnement und Erfahrung sind gegen dieses Sichtbarwerden von Wasser, selbst wenn es sich wirklich gebildet hätte; denn in meinen Versuchen, wie in denen jener Chemiker, hatte die Kohle weniger als das Doppelte ihres Volums an Wasserstoffgas verschluckt, reichte also nicht hin, mehr Wasser zu erzeugen, als höchstens den fünftausendsten Theil vom Gewicht der Kohle. Die Erfahrung lehrt aber, dafs eine vollkommen trockne Kohle, wie ich sie zu meinen Versuchen gebraucht habe, mehr als den zehnten Theil ihres Gewichts an Wasser aufnehmen kann, und dabei immer trocken bleibt, und keine sichtbar Menge Wasser bei 50° bis 60° C. frei werden läfst. Uebrigens erhielt ich die nämlichen Resultate, als ich mit zehn bis zwölf Mal gröfsern Kohlen operirte; die Erwärmung war zwar etwas stärker, weil sie nicht so schnell durch die Umgebungen aufgehoben wurde, doch erreichte sie nie den Grad von Wärme, welchen die Verdichtung des Sauerstoffgas allein mit einer eben so grofsen Kohle hervorgebracht haben wurde. *v. Sauff.*

war alſo in die Kohle eingedrungen, und hatte dabei mehr als die Hälfte des früher abſorbirten Waſſerſtoffgaſes aus der Kohle verdrängt. Deſſen ungeachtet war das Gasvolum im Recipienten um 6,5 Maaſs vermindert worden. Folglich hatte die Kohle 6,5+1,0=7,5 Maaſs Sauerſtoffgas verſchluckt, und dieſe hatten 1 Maaſs Waſſerſtoffgas ausgetrieben.

Es fragt ſich nun, ob dieſe Raum-Verwechslungen in eben dem Verhältniſſe vor ſich gegangen ſind, in welchem die Räume ſtehn, die die Gaſe einzeln in der Kohle einnehmen. Nach 1. verſchluckt 1 Maaſs luftleere Buchsbaumkohle von Sauerſtoffgas 9,2 Maaſs, und von Waſſerſtoffgas 1,75 Maaſs. Dem Verhältniſs dieſer Zahlen entſprechend ſollten 7,5 Maaſs Sauerſtoffgas 1,42 Maaſs Waſſerſtoffgas ausgetrieben haben; da ſie aber nur 1 Maaſs austrieben, ſo ſieht man, daſs die Gegenwart des Waſſerſtoffgaſes die Verdichtung des Sauerſtoffgaſes in der Kohle verſtärkt, und daſs dieſe zu gleicher Zeit 0,75 Maaſs Waſſerſtoffgas und 7,5 Maaſs Sauerſtoffgas in ſich zurückgehalten hat. Man wird ohne mein Erinnern bemerken, daſs die Grölsen 0,75 und 7,5 keineswegs in dem Verhältniſſe ſtehn, das zur Waſſererzeugung nöthig iſt.

Um dieſen Gegenſtand noch weiter zu verfolgen, brachte ich die mit beiden Gaſen geſchwängerte Kohle, ohne daſs ſie mit der Luft in Berührung kam, in eine Glocke voll Queckſilber, in der ſich etwas Waſſer befand. Die Kohle ſchlürfte die-

ſes Waſſer in ſich, und ließ dabei in 48 Stunden 3,20 Maaß Sauerſtoffgas und 0,23 Maaß Waſſerſtoffgas fahren. Nun läßt (nach 2.) Kohle von 9,2 Maaß reinem Sauerſtoffgas, die ſie verſchluckt hat, beim Zutritt von Waſſer 3,2 Maaß fahren, und behält alſo 6 Maaß zurück, ſtatt daß ſich hier, bei der Gegenwart des Waſſerſtoffgaſes in der Kohle, von 7,5 Maaß Sauerſtoffgas 3,11 Maaß durch Zutritt des Waſſers ausſchieden, ſie alſo nur 4,39 Maaß feſthielt. Dieſe beiden Gaſe hatten ſich alſo nicht in dem Verhältniſſe verbunden, worin ſie in dem Waſſer vorhanden ſind. Ueberdem habe ich aus dieſer Kohle durch Kochen derſelben in Waſſer noch eine merkliche Menge Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas erhalten; zwar reicht dieſe Temperatur nicht hin, beide Gaſe ganz auszutreiben, dieſes iſt aber auch der Fall, wenn die Kohle nur eins derſelben enthält.

Der Zweifel noch mehrere, gegen die Waſſer-Erzeugung durch Vereinigung der beiden Gaſe in der Kohle bei der gewöhnlichen Temperatur, erregt der folgende Verſuch, welcher der umgekehrte des eben erzählten iſt:

Verſetzung mit Sauerſtoffgas geſchwängerter Kohle in einen Recipienten voll Waſſerſtoffgas. Nach den HH. Rouppe und Norden ſollen auch in dieſem Falle die von ihnen angegebenen Erſcheinungen erfolgen, nämlich Verminderung des im Recipienten befindlichen Gasvolums, Temperaturerhöhung der Kohle, und Bildung von Waſſer, das erſt als Dunſt und nachher an den Wänden des Recipien-

ten in Tropfen erſcheine. Allein ich habe ganz entgegengeſetzte Reſultate erhalten. Die Gasmenge um die Kohle nahm zu, das Thermometer ſank, und es war keine Bildung von Waſſer wahrzunehmen.

Ein Maafs Buchsbaumkohle, das nach dem Ausglühen bei 11° C. (8°,8 R.) Wärme 9,2 Maafs Sauerſtoffgas abſorbirt hatte, wurde in 15,6 Maafs Waſſerſtoffgas gebracht. Dieſe Luftmenge vergröſſerte ſich nun um 3,21 Maafs, ſo daſs ſie 18,81 Maafs betrug, und ein Thermometer, das im Anfange des Prozeſſes an die Kohle gehalten wurde, fiel um ½°*). Durch Zerlegung des Gas mittelſt des Eudiometers fand ſich, daſs der Recipient Waſſerſtoffgas und 4,55 Maafs Sauerſtoffgas enthielt, welche von 18,81 abgezogen, 14,26 Maafs Waſſerſtoffgas geben. Es wurden alſo 15,6 — 14,26 = 1,34 Maafs Waſſerſtoffgas von der Kohle verſchluckt, und dieſe trieben dafür aus ihr aus 4,55 Maafs Sauerſtoffgas.

Da wir oben (1) gefunden haben, daſs luftleere Kohle 9,2 Maafs Sauerſtoffgas oder 1,75 Maafs Waſſerſtoffgas verſchluckt, ſo hatten nach dieſen Abſorptionsverhältniſſen 1,34 Maafs Waſſerſtoffgas in einer luftleeren Kohle denſelben Raum als 7,03 Maafs Sauerſtoffgas eingenommen; ſtatt deſſen wurden von dem Waſſerſtoffgas nur 4,55 M. Sauerſtoffgas aus der Kohle

*) Die Kohle hatte nahe daſſelbe Volum wie im vorigen Verſuch. Bedient man ſich viel gröſserer Kohlen, ſo ſind freilich die Temperatur-Aenderungen merklicher; allein mit geringern Gasportionen und kleinern Kohlen ſind die Manipulationen und Uebertragungen auf den Queckſilberapparat ungleich bequemer, und auch genauer zu machen. S.

ausgetrieben; es wurde alſo auch hier, wie in dem umgekehrten Verſuche, die Verdichtung des Waſſerſtoffgaſes durch die Gegenwart des Sauerſtoffgaſes vermehrt.

Als die nämliche Kohle, welche nun 1,34 M. Waſſerſtoffgas und 4,75 M. Sauerſtoffgas enthielt, in einen Recipienten voll Queckſilber zu etwas Waſſer gebracht wurde, gab ſie 0,74 Maaſs Waſſerſtoffgas und 0,23 Maaſs Sauerſtoffgas. Es treibt aber (nach 2) Waſſer aus einer blos mit Waſſerſtoffgas (und zwar mit 1,75 Maaſs) geſättigten Kohle 1,1 Maaſs aus, und behält alſo noch 0,65 Maaſs zurück. Unſere mit beiden Gaſen geſchwängerte Kohle behielt dagegen nur 1,34 — 0,74 = 0,60 Maaſs Waſſerſtoffgas zurück. Das in derſelben vorhandene Sauerſtoffgas verhindert ſie alſo, die ganze Menge von Waſſerſtoffgas zurückzuhalten, welche ſie ohne die Gegenwart des Sauerſtoffgaſes würde zurückgehalten haben; der Sauerſtoff konnte alſo nicht als Waſſer in der Kohle vorhanden ſeyn.

Da es kein Mittel giebt, die einzelnen oder gemiſchten Gaſe, welche man von der Kohle hat abſorbiren laſſen, aus ihr ohne ſie zu zerſtören, wieder vollſtändig auszutreiben, ſo kann ich freilich nicht beweiſen, daſs ſich in dieſen Verſuchen auch nicht eine ſehr kleine Menge Waſſer gebildet habe; aber alle Erſcheinungen ſind, wie wir geſehn haben, dieſer Meinung entgegen. Nämlich *erſtens*, daſs die Abſorption des Sauerſtoffgas und des Waſſerſtoffgas in einem ganz andern Verhältniſſe ſtehen, als worin ſie Waſſer bilden; *zweitens*, daſs die

Temperatur bei dem Zuſammentreffen der Gaſe ſinkt; und *drittens*, daſs die Vertreibung der beiden Gaſe durchs Waſſer in einem Verhältniſſe erfolgt, welches anzeigt, daſs ſie nicht bei einander ſind, um Waſſer zu bilden.

Noch bemerke ich, daſs die Mengen von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, welche eine Kohle abſorbirt, verſchieden ſind, nach den Mengen beider, welche in dem Recipienten zurückbleiben, und daſs jene und dieſe mit einander in beſtimmten Verhältniſſen ſtehn*). So lieſs eine mit Sauerſtoffgas geſättigte Kohle, als ſie in 15,6 Maaſs Waſſerſtoffgas gebracht wurde, 4,55 Maaſs Sauerſtoffgas fahren, für welche ſie 1,34 Maaſs Waſſerſtoffgas aufnahm; während eine ſolche Kohle in 11 Maaſs Waſſerſtoffgas verſetzt, nur 3,12 Maaſs Sauerſtoffgas entlieſs, und 0,76 Maaſs Waſſerſtoffgas einſog, weil der Gasrückſtand in dieſem Falle verhältniſsmäſsig viel mehr Sauerſtoffgas als in dem vorigen enthielt. Dieſe freie Gemeinſchaft zwiſchen den Gaſen in der Kohle und denen auſser derſelben, welche nach der Abſorption ihr zur Atmoſphäre dienen, iſt ein Beweis, daſs die vereinigten Gaſe

*) Die Menge des ausgeſchiedenen Sauerſtoffgaſes iſt den angeführten Zahlen zu Folge ziemlich nahe ein Drittheil des vorhandenen Waſſerſtoffgaſes, und ſcheint nach dieſem nicht ſo ſehr von der Anziehungskraft der Kohle oder der verdrängenden Wirkung des Waſſerſtoffgaſes, ſondern mehr von der Capacität der letztern für das Sauerſtoffgas abzuhängen; eine Bemerkung, welche an die iſolirten Daltonſchen Gasatmoſphären erinnert. *Horner.*

in der Kohle keine dauerhafte Verbindung eingehen, wie bei der Waſſererzeugung der Fall wäre, ſondern daſs ſie ſich nur bei ihrer gegenſeitigen Berührung in der Kohle ein wenig zuſammen ziehen.

Bringt man eine Luftleere mit Waſſer geſchwängerte Kohle in Sauerſtoffgas, oder kohlenſaures Gas, oder Stickgas, ſo treiben dieſe Gaſe, indem ſie in die Poren derſelben eindringen, einen Theil des Waſſers aus. Es iſt zu vermuthen, daſs die HH. Rouppe und Norden ſolches ausgetriebenes Waſſer für neugebildetes angeſehen haben, um ſo mehr, da bei ihren Verſuchen die Gaſe über Waſſer ſtanden, von welchem die Kohle, indem ſie ſie abſorbirte, etwas in ſich aufnehmen muſste.

Ich übergehe das Detail der Verſuche, welche ich über die wechſelſeitige Austreibung der Gasarten aus der Kohle angeſtellt habe, mit Waſſerſtoffgas und Stickgas, ferner mit kohlenſaurem Gas und Waſſerſtoffgas, mit Sauerſtoffgas und Stickgas, und mit Sauerſtoffgas und kohlenſaurem Gas. Ich habe auf ſie eben ſoviel Sorgfalt als auf die mit Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas gewendet; und ſie haben mir ähnliche Reſultate nur mit der Ausnahme gegeben, daſs das Stickgas und das kohlenſaure Gas bei ihrer Berührung in der Kohle ſich nicht zuſammen zu ziehen ſchienen. Uebrigens ſind, wie leicht zu erachten, dieſe gegenſeitigen Austreibungen deſto auffallender, je gröſser die Verſchiedenheit der Verdichtungen iſt, welche beide Gaſe durch die Kohle erleiden; daher ſich der Beweis am evi-

denteſten mit Waſſerſtoffgas und kohlenſaurem Gas, und noch beſſer mit Ammoniakgas und mit Waſſerſtoffgas führen läßt.

Aus dieſer Einwirkung der Gaſe auf einander, die ſich eins das andere aus den poröſen Körpern austreiben, erhellt, daſs ein poröſer Körper, der ſich voll atmoſphäriſcher Luft geſogen hat, auch ohne zuvor Luftleer gemacht zu werden ein Gasvolum, worin er verſetzt wird, vergröſsern oder verkleinern kann, je nachdem dieſes Gas weniger oder mehr abſorbirt wird, als die gemeine Luft. So wird alſo eine Kohle oder ein Stück Meerſchaum, die an der freien Luft gelegen haben, ein gegebenes Volum von kohlenſaurem Gas beträchtlich vermindern, dagegen ein Volumen Waſſerſtoffgas, worin ſie verſetzt werden, vergröſsern. Höchſt wahrſcheinlich beruhen auf ſolchen wechſelſeitigen Vertreibungen der elaſtiſchen Dämpfe aus den Körpern die riechenden Ausflüſſe, welche eine feuchte Luft zu entwickeln ſcheint, beſonders die riechenden Ausſtrömungen der Blumen.

Wird eine luftleere Kohle in eine Miſchung von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas gebracht, ſo erhält man Abſorptionen, die zu einander in demſelben Verhältniſſe ſtehn, als wenn man eine mit dem einen dieſer Gaſe geſchwängerte Kohle in das andere Gas verſetzt. Ich verſetzte ſo z. B. eine luftleere Buchsbaumkohle in 16 Maaſs einer Miſchung, die zu $\frac{1}{3}$ aus Sauerſtoffgas und zu $\frac{2}{3}$ aus Waſſerſtoffgas beſtand, beide Gaſe alſo in dem zur

Waſſererzeugung ſchicklichen Verhältniſſe enthielt; ſie verſchluckte aus dieſem Gasgemiſch ſehr nahe 3 Maaſs Sauerſtoffgas und 1 Maaſs Waſſerſtoffgas. Dieſes Reſultat kömmt dem Abſorptionsverhältniſs der einzelnen ungemiſchten Gasarten ſehr viel näher, als dem Miſchungsverhältniſs derſelben vor der Abſorption *).

In der atmoſphäriſchen Luft ſchlürfen luftleere Buchsbaum- oder Buchen-Kohlen mehr Sauerſtoffgas als Stickgas ein, und verderben daher die Luft, welche zurükbleibt; jedoch nur wenig, da das Abſorptions-Vermögen der Kohle für dieſe beiden Gaſe nicht ſehr verſchieden iſt. Damit dieſer Erfolg, den die HH. Rouppe und Norden leugnen, recht merklich werde, muſs das Volum der rückſtändigen Luft im Vergleich des der Kohle nur gering ſeyn.

8. *Gleichzeitige Abſorption mehrerer Gaſe durch verſchiedenartige Körper.*

Im Allgemeinen gewähren alle poröſen Körper in Abſicht auf die gegenſeitige Vertreibung und Verdichtung der Gaſe, die in ihnen in Berührung kommen, die nämlichen Erſcheinungen, wie die Kohle. Jedoch können dieſe Austreibungen in entgegengeſetzter Ordnung Statt haben, wenn die

*) Noch beſſer ſtimmt es mit der oben geäuſserten Vermuthung, daſs die unverdichteten Ueberreſte der beiden Gasarten in einem Verhältniſs zu einander ſtehen müſſen, das etwas gröſser iſt als 1 : 3. *Horner.*

Verwandtſchaft dieſer Körper für die Gaſe nicht dieſelbe Ordnung befolgt. In dieſer Hinſicht ſind die Reſultate auffallend, welche *Meerſchaum*, *Holzasbeſt*, *Klebſchiefer* von Menil Montant, und *ſächſiſcher Hydrophan* geben, wenn man ſie in Mengungen aus kohlenſaurem Gas *) oder Ammoniakgas mit Sauerſtoffgas, Waſſerſtoffgas oder Stickgas bringt. Eine Miſchung aus zwei der drei letztern Gaſe erfordert mehr Aufmerkſamkeit, und der Erfolg iſt nicht immer erkennbar. Da es bei dieſen Verſuchen gleichgültig zu ſeyn ſcheint, ob man den poröſen Körper erſt mit dem einen Gaſe ſchwängert, und dann in das andere Gas bringt, oder ob man ihn luftleer in ein Gemiſch aus beiden Gasarten verſetzt, ſo will ich nur die Reſultate anführen, welche ich auf dem letztern Wege als dem kürzern erhalten habe. Meine Verſuche wurden bei 15° bis 17° C. mit eben den Stücken angeſtellt, welche mir bei den unter 5 erzählten Verſuchen gedient hatten, und wurden jeder erſt 24 Stunden nach Einführung der poröſen Körper in die Gasmiſchung geſchloſſen.

Meerſchaum in einem Gemiſch von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas. Ein Maaſs luftleer gemachter Meerſchaum in 2¼ Maaſs Gas gebracht, das halb aus Sauerſtoffgas und halb aus Waſſer-

*) Vielleicht iſt der kleine Antheil von kohlenſaurem Gas, den einige poröſe Steinarten, wie z. B. der Meerſchaum von Natolien enthalten, nur zufällig, oder wie das Waſſer nur durch Haarröhrchen-Anziehung feſtgehalten. *v. Sauſſ.*

ſtoffgas beſtand, abſorbirte 0,57 Maafs Sauerſtoffgas und 0,44 Maafs Waſſerſtoffgas, alſo von dem erſtern mehr als von dem letztern, der in 5 gefundenen Abſorptionsfolge der einzelnen Gaſe gemäfs. Vergleicht man den Raum, den beide Gaſe in dem Meerſchaum einnehmen, mit der Summe ihrer einzelnen Volume, ſo findet ſich, daſs die Gegenwart des Sauerſtoffgaſes die Verdichtung des Waſſerſtoffgaſes begünſtigt habe.

Eben dieſer Verſuch wurde auch mit dem *Klebſchiefer* von Menil Montant angeſtellt. Ein Maafs dieſes Steins abſorbirte 0,7 des Gasgemiſches, und zwar von beiden Gaſen gleich viel, obgleich es einzeln mehr vom Sauerſtoffgas als von dem Waſſerſtoffgas abſorbirt hatte. Entweder war der Unterſchied der Abſorptionen zu klein, um wahrgenommen zu werden, oder die Gegenwart des Sauerſtoffgaſes begünſtigte die Verdichtung des Waſſerſtoffgaſes in dem Grade, daſs von beiden Gaſen gleich groſse Volume abſorbirt wurden. Aus denſelben Gründen veränderte der luftleere Meerſchaum das Verhältniſs der Beſtandtheile der atmoſphäriſchen Luft beim Abſorbiren nicht merklich.

Meerſchaum, Kohlen und Holz in einem Gemiſch aus gleichen Theilen Stickgas und Waſſerſtoffgas. Ein Maafs luftleerer *Meerſchaum* abſorbirte aus einem ſolchen Gemiſch von 2,5 Maafs 0,61 Maafs Stickgas und 0,42 Maafs Waſſerſtoffgas, alſo von dem erſtern mehr als von dem letztern. Bei ihrer Berührung in dem Steine ſcheinen alſo dieſe

beiden Gafe ſich etwas verdichtet zu haben. Ein Maafs luftleere *Buchsbaumkohle* verſchluckte aus 16 Maafs eines ſolchen Gemiſches 3,5 Maafs Stickgas und 0,9 Maafs Waſſerſtoffgas *). Ein Maafs luftleer gemachtes *Tannenholz* abſorbirte aus einem ſolchen Gasgemiſch von 4 Maafsen 0,34 Maafs Waſſerſtoffgas und 0,11 Maafs Stickgas. Das Holz wirkt alſo gerade umgekehrt auf dieſe Gafe als die Kohle oder der Meerſchaum; doch bleibt auch bei dem Holz die Abſorption des Gemiſches mit der der einzelnen Gafe übereinſtimmend.

Alle Bemühungen, in dieſen und andern Verſuchen, die ich nicht anführe, eine Bildung von Waſſer, Ammoniak, oder Salpeterſäure zu entdecken, blieben ganz fruchtlos, wenn ich nicht noch andere Wärme als die zu Hülfe nahm, welche bei der Gasabſorption ſich entwickelt. Ich habe indeſs meine Verſuche noch nicht hinlänglich abändern und lange genug fortſetzen können, als daſs wir nicht noch hoffen dürften, Umſtände aufzufinden, die dieſe Bildung herbeiführen, beſonders wenn wir uns der Zwiſchenwirkung des Waſſers und ſolcher abſorbirenden Körper bedienen, welche mit jenen Producten chemiſche Verbindungen eingehen.

*) Bei dieſem Verſuche blieben Gas und Kohle 5 Wochen lang in Berührung, und nach dem erſten Tage veränderte ſich das Volum des Gasgemiſches nicht mehr im geringſten. Bei dem Einſaugen von kaltem Waſſer gab die Kohle 2,55 Maafs Stickgas und 0,64 Maafs Waſſerſtoffgas her. (Siehe 2.) *v. S.*

DRITTER ABSCHNITT.

Abſorption der Gasarten durch Flüſſigkeiten.

9) *Daltons Theorie.*

Daſs alle Gasarten von den Flüſſigkeiten eingeſchluckt, und aus den mehrſten derſelben durch Wärme oder Verminderung des äuſsern Luftdrucks wieder ausgetrieben werden, iſt längſt bekannt. Gleichwohl beſitzen wir nur über das Abſorptions-Vermögen des Waſſers genaue Beſtimmungen. Eine Reihe ſorgfältiger und regelmäſsiger Verſuche darüber verdanken wir Hrn. Henry in Mancheſter *). Hr. Dalton hat einige ſeiner Angaben ein wenig verändert, um mit Hülfe derſelben eine Theorie aufzubauen, welche nicht blos die Abſorptionen der Gasarten durch das Waſſer, ſondern durch alle Flüſſigkeiten überhaupt umfaſst **), dabei aber im Widerſpruche mit den mehrſten Reſultaten ſteht, die das Verhalten der feſten poröſen Körper mit gegeben haben.

Nach ihm ſind diejenigen Gasarten, welche aus den Flüſſigkeiten entweichen, wenn der Druck der Atmoſphäre aufgehoben wird, mit ihnen nur mechaniſch und keineswegs durch chemiſche Ver-

*) Seine Abhandlung ſteht in dieſen *Annalen* Jahrg. 1805. St. 6. od. B. 20. S. 147. f.; daſelbſt Berger's Verſuche über die Abſorption der Gasarten. G.

**) Daltons Abhandlung findet man in dieſen *Annalen* Jahrg. 1808. St. 8. od. B. 30. S. 397. f.; daſelbſt auch S. 111. de Marti's ähnliche Verſuche, welche ganz andere Reſultate geben. G.

wandtſchaft verbunden. Er behauptet ferner, das Waſſer könne bei mittlerer Temperatur und mittlerem Druck der Atmoſphäre die verſchiedenen Gasarten nur nach folgenden Verhältniſſen aufnehmen: Entweder ein dem ſeinigen gleiches Volum, und das zwar von kohlenſaurem Gas, Schwefel-Waſſerſtoffgas und oxydirtem Stickgas; oder $\frac{1}{5}$ ſeines Volums, wie vom öhlerzeugenden Gas; oder $\frac{1}{17}$ ſeines Volums, und das zwar vom Sauerſtoffgas und vom Salpetergas; oder endlich $\frac{1}{64}$ ſeines Volums, und das zwar vom Stickgas, vom Waſſerſtoffgas und vom gasförmigen Kohlenſtoffoxyde; ſo daſs ſich die Volumina der abſorbirten Gaſe nach dieſen vier Abtheilungen durch die Reihe $(\frac{1}{1})^3$, $(\frac{1}{5})^3$, $(\frac{1}{17})^3$, $(\frac{1}{64})^3$ darſtellen laſſen, wobei das Volum des Waſſers $= 1$ geſetzt wird *). Eben dieſes Geſetz ſoll nach Dalton auch für alle andere, nicht klebrige Flüſſigkeiten z. B. für den Alkohol, die Säuren und die Auflöſungen von Salzen in Waſſer gelten, es finde denn zwiſchen der Flüſſigkeit und einem Gaſe irgend eine Verwandtſchaft Statt, wie z. B. zwiſchen den flüſſigen Schwefel-Alkalien und dem Sauerſtoffgas. Endlich ſetzt er einigen Beobachtungen Henry's zu Folge, feſt, Waſſer, welches irgend ein Gas verſchluckt habe und mit einem andern Gas in Berührung komme, laſſe jedes-

*) Es ſollen nach ihm 100 Maaſs Waſſer bei 16° C. Wärme von den drei erſtern 100 Maaſs, von dem öhlerzeugenden Gas 12,5, von Sauerſtoffgas und Stickgas 3,7, und von den drei letztern Gasarten 1,56 Maaſs verſchlucken. v. S.

mal von dem erſtern ſo viel fahren, und nehme dagegen von dem andern ſo viel auf, daſs die Gasmengen, welche nach dieſem Austauſche in dem Waſſer zurückbleiben, genau in eben dem Verhältniſſe ſtehen, als die Abſorptionen, die die beiden Gaſe durch das Waſſer einzeln erlitten haben würden, wenn ſie mit demſelben in der Dichtigkeit, welche ſie in dieſer Vermengung haben, einzeln in Berührung gebracht worden wären. Dieſem zu Folge würde Waſſer aus einer Mengung zweier Gaſe, welche aus gleichen Theilen von beiden beſtünde, nur das halbe Volumen abſorbiren können, welches es von jedem derſelben einzeln verſchluckt.

Nachfolgende Verſuche mögen dieſen Sätzen zum Prüfſtein dienen.

10) *Abſorption unvermiſchter Gasarten durch verſchiedene Flüſſigkeiten.*

Ich habe die Flüſſigkeiten, welche mir zu meinen Verſuchen dienen ſollten, durch lange fortgeſetztes Kochen ſo viel möglich von aller Luft, die ſie enthielten, zu befreien geſucht; nur die, welche durch eine ſolche Hitze ſich verändert oder verflüchtigt haben würden, wie die Oehle und einige Salzauflöſungen, wurden mittelſt der Luftpumpe luftleer gemacht. Auf beiden Wegen läſst ſich indeſs aus flüchtigen Flüſſigkeiten nicht alle Luft austreiben, und je flüchtiger die Flüſſigkeit iſt, deſto weniger gelingt dieſes, indem ſie ſich zu keiner hohen

Temperatur erheben laſſen, und der Druck ihrer elaſtiſchen Dämpfe auch unter dem Recipienten der Luftpumpe das Entweichen der Luft verhindert.

Um die Abſorption ſchnell und vollſtändig zu bewirken, habe ich von Gaſen, welche von dieſen Flüſſigkeiten nur in geringen Mengen verſchluckt werden, wie von Stickgas, Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas groſse Räume mit einer geringen Menge der Flüſſigkeit in einer Flaſche, die mit einem gut ſchlieſsenden Glasſtöpſel verſehen war, eine Viertelſtunde lang geſchüttelt; ein ſchwieriges Verfahren, welches viele Vorſicht erfordert *). Bei allen Gaſen, von welchen eine Flüſſigkeit mehr als $\frac{1}{7}$ ihres Volums verſchluckte, habe ich dagegen folgendes Verfahren beobachtet: Ich leitete ſie über Queckſilber in eine Röhre von 4 Centimeter (1 $\frac{1}{2}$ Zoll Par.) innerem Durchmeſſer, lieſs dann von der Flüſſigkeit, durch die ſie abſorbirt werden ſollte, eine 5 bis 6 Centimeter hohe Säule hinzu treten, beförderte das Durchdringen durch Schütteln, und beſtimmte die Abſorption erſt nachdem Gas und Flüſſigkeit mehrere Tage lang mit einander in Berührung geweſen waren.

Es verſchluckte nach dieſen meinen Verſuchen, bei einer Temperatur von 18° der hunderttheil. Skale

*) Mehr darüber in dem *Zuſatze* am Ende dieſes Aufſatzes v. *Sauſſure*.

von	100 Maafs luftleeres *Waſſer*	100 Maafs luftl. *Alkohol* vom ſpec. Gew. 0,84
ſchwefelichtſaurem Gas	4378 Maafs	11577 Maafs
Schwefel-Waſſerſtoffgas *)	253	606
kohlenſaurem Gas	106	186
oxydirtem Stickgas	76	153
ölerzeugendem Gas	15,5	127
Sauerſtoffgas	6,5	16,25
oxydirtem Kohlenſtoffgas	6,2	14,5
oxydirtem Kohlen-Waſſerſtoffgas	5,1	7,0
Waſſerſtoffgas	4,6	5,1
Stickgas	4,2	4,2

Von *atmoſphäriſcher Luft* verſchlucken 100 Maafs *Waſſer* ungefähr 5 Maafs, wenn die Luftmaſſe in Vergleichung zum Waſſer ſehr grofs iſt.

Aus dieſen Erfahrungen erhellet, Daltons Behauptung entgegen, dafs die Abſorptionen der Gaſe durch verſchiedene, nicht klebrige Flüſſigkeiten, wie durch Waſſer und Weingeiſt, nichts weniger als gleich ſind; der Weingeiſt verſchluckt von ihnen, wie wir ſehen, oft doppelt ſoviel, als das Waſſer. Bei Gasarten, die wenig abſorbirt werden, iſt dieſer Unterſchied nicht mehr ſo auffallend; bei ihnen laſſen ſich indeſs die Abſorptionen des Weingeiſtes weniger genau beſtimmen, wegen der Luft, die er beim Sieden zurückhält. Von dieſer Luft leiden Gasarten, welche weit ſtärker als ſie abſorbirt werden, nur

*) Es war, nach der HH. Gay-Luſſac und Thenard Vorſchrift, aus Schwefel-Spiefsglanz durch Salzſäure entbunden worden, und ich habe bei dieſem Abſorptions-Proceſſe alles Queckſilber aus dem Spiel gelaſſen. *v. S.*

wenig Widerſtand; bei den übrigen Gaſen iſt er von einem um ſo bedeutendern Einfluſs, je näher die Anziehungen der Flüſſigkeit zu dem Gaſe und zu dieſer Luft der Gleichheit kommen.

Dieſe Verſuche ſtimmen nicht beſſer mit dem Geſetz überein, welches Dalton in den Abſorptionen der verſchiedenen Gasarten durch eine und dieſelbe Flüſſigkeit wahrzunehmen glaubte. Denn ich finde viel zu groſse Unterſchiede zwiſchen den Abſorptionen, welche das kohlenſaure Gas, das Schwefel-Waſſerſtoffgas und das oxydirte Stickgas, (die Dalton für vollkommen gleich verſchluckbar ausgiebt) von den Flüſſigkeiten erleiden, als daſs ſie Beobachtungsfehlern zugeſchreiben werden dürfen.

11. *Einfluſs der chemiſchen Verwandtſchaft auf die Abſorptionen der Gaſe.*

Findet ein ſolcher Einfluſs nicht Statt, ſo müſſen die Gasarten von allen Flüſſigkeiten in derſelben Ordnung abſorbirt werden. Da ſich mir zwiſchen Waſſer und Weingeiſt in dieſer Hinſicht keine weſentliche Verſchiedenheit gezeigt hatte, ſo verſuchte ich andere Flüſſigkeiten, ſchränkte mich jedoch dabei auf vier Gasarten ein, nämlich auf das kohlenſaure Gas, das oxydirte Stickgas, das ölerzeugende Gas und das oxydirte Kohlen-Waſſerſtoffgas. Das Sauerſtoffgas ſchloſs ich von dieſen Verſuchen aus, weil es mit den mehrſten der zu verſuchenden Flüſſigkeiten feſte Verbindungen eingeht, die durch

Veränderungen des Luftdrucks nicht modificirt werden; eben so das Stickgas und das Wasserstoffgas, weil sie in zu geringer Menge absorbirt werden, als dass sich die Unterschiede dabei mit gehöriger Schärfe bestimmen liessen. Es verschluckten bei einer Temperatur von 18° C. (14½° R.)

100 Maass rectificirter weisser und durchsichtiger *Berg-Naphta*, vom specif. Gewicht 0,784
261 Maass von öhlerzeugendem Gas
254 — — oxydirtem Stickgas
169 — — kohlensaurem Gas
80 — — oxydirtem Kohlenstoffgas;

100 Maass frisch destillirtes wesentliches *Lavendelöhl* vom spec. Gewicht 0,88
275 Maass von oxydirtem Stickgas
209 — — öhlerzeugendem Gas
191 — — kohlensaurem Gas
15,6 — — oxydirtem Kohlenstoffgas;

100 Maass *Olivenöhl*
151 Maass von kohlensaurem Gas
150 — — oxydirtem Stickgas
122 — — öhlerzeugendem Gas
14,2 — — oxydirtem Kohlenstoffgas;

100 Maass einer gesättigten Auflösung von *salzsaurem Kali* in Wasser
61 Maass von kohlensaurem Gas
29 — — oxydirtem Stickgas
10 — — öhlerzeugendem Gas
5,2 — — oxydirtem Kohlenstoffgas.

Es folgt aus dieſen Verſuchen, daſs auch bei Flüſſigkeiten, eben ſo wie bei den feſten Körpern, groſse Verſchiedenheiten in der Reihenfolge Statt finden, nach welcher die Gasarten von ihnen abſorbirt werden, und daſs folglich dieſe Abſorptionen allerdings ebenfalls dem Einfluſſe der chemiſchen Verwandtſchaft unterworfen ſind.

Die feſten Körper ſcheinen allgemein, unter übrigens gleichen Umſtänden, ein gröſseres Vermögen als die flüſſigen zu beſitzen, alle Gasarten, mit denen ſie in Berührung gebracht werden, zu verdichten. Mir iſt keine Flüſſigkeit vorgekommen, welche von dem kohlenſauren Gas, dem öhlerzeugenden Gas, dem Stickgas, dem gasförmigen Kohlenſtoffoxyd und dem oxydirten Stickgas eben ſo groſse Volumina abſorbirt, wie die Kohle und der Meerſchaum. Dieſes rührt wahrſcheinlich daher, daſs die Flüſſigkeiten wegen der groſsen Beweglichkeit ihrer Theilchen die Gaſe nicht ſo ſtark comprimiren können, als es zu groſsen Condenſationen nöthig iſt; den beſonderen Fall ausgenommen, wo ſehr kräftige Verwandtſchaften ihnen zu Hülfe kommen, wie z. B. die des Ammoniakgas, oder des ſalzſauren Gas zum Waſſer. Nur in dieſem ſeltenen Falle verdichten die Flüſſigkeiten eine gröſsere Gasmenge, als die feſten Körper *), weil

*) Nach Thomſon abſorbirt bei der mittlern Temperatur der Atmoſphäre Waſſer 516 mal ſein Volum von ſalzſaurem Gas, und 780 mal von Ammoniakgas. *v. S.*

in dieſen letztern die Gröſse der Poren den Raum des aufzunehmenden Gaſes beſtimmt, indeſs die Theile der flüſſigen Körper bei ihrer Verſchiebbarkeit dem eindringenden Gas nur unbeſtimmte, unendlich zu erweiternde Gränzen ſetzen *).

12. *Einfluſs der Klebrigkeit und des ſpecifiſchen Gewichtes der Flüſſigkeiten auf ihre Abſorptionen.*

Ich habe mich zu dieſer Unterſuchung des Einfluſſes der phyſikaliſchen Eigenſchaften der Flüſſigkeiten auf ihr Abſorptions-Vermögen, des kohlenſauren Gaſes bedient, welches ich mit einer groſsen Anzahl von Flüſſigkeiten in Berührung brachte, die im Grade der Flüſſigkeit und an ſpecifiſchem Gewicht merklich verſchieden waren. Folgende Tafel enthält die Reſultate dieſer Verſuche. Es wurden bei einer Temperatur von 18° C. (14½° R.) von 1 Maaſs der Flüſſigkeit folgende Räume von kohlenſaurem-Gas abſorbirt:

*) Beim Abſorbiren des Gaſes nimmt das Waſſer an Volum zu, und es entwickelt ſich eine fühlbare Wärme, wenn die Abſorption wenigſtens dem einfachen Volum der Flüſſigkeit gleich kömmt. Das ſpecifiſche Gewicht der mit Gas geſchwängerten Flüſſigkeit iſt jedoch geringer, als es nach der abſorbirten Gasmenge ſeyn ſollte. Thomſon findet hierin ein Argument gegen die Meinung einer blos mechaniſchen Durchdringung.

v. Sauſſure.

Namen der Flüſſigkeiten.	ſpecifiſches Gewicht	Maaſs kohlenſ. Gas wurden abſorbirt	100 Theile wäſſerige Auflöſung enthielten
Alkohol	0,803	2,6	
Schwefeläther	0,727	2,17	
Lavendelöhl	0,88	1,91	
Thymianöhl	0,89	1,88	
Weingeiſt	0,84	1,87	
Rectificirte Naphtha	0,784	1,69	
Terpentinöhl	0,86	1,66	
Leinöhl	0,94	1,56	
Olivenöhl	0,915	1,51	
Waſſer	1,000	1,06	
ſalzſaures Ammoniak	1,078	0,76	27,53 kr. S.; geſätt. Auſl. *)
arabiſches Gummi	1,092	0,75	25 Gummi.
Zucker	1,104	0,72	26 Zucker
Alaun	1,047	0,7	9,14 kr. S.; geſ. Auſl.
ſchwefelſaures Kali	1,077	0,62	9,42 kr. S.; geſ. Auſl.
ſalzſaures Kali	1,168	0,61	26 kr. S.; geſ. Auſl.
ſchwefelſaures Natron	1,105	0,58	11,14 gl getr. S.; geſ. Auſl. **)
ſalpeterſaures Kali	1,139	0,57	20,6 kr. S.; geſ. Auſl.
ſalpeterſaures Natron	1,206	0,45	26,4 kr. S.; geſ. Auſl.
Schwefelſäure	1,84	0,45	
Weinſteinſäure	1,285	0,41	53,37 kr. S.; geſ. Auſl.
ſalzſaures Natron	1,212	0,329	29 Salz; geſätt. Auſl.
ſalzſaurer Kalk	1,402	0,261	40,2 gl. getr. S.; geſ. Auſl.

Einfluſs der Klebrigkeit. Wenn eine Flüſſigkeit in den Zuſtand eines feſten, ganz mit Materie ausgefüllten, oder aller merkbaren Poren beraubten Körpers übergeht, ſo verliert ſie das Vermö-

*) D. h. *kryſtalliſirtes Salz; die Auflöſung des Salzes war alſo eine geſättigte.* G.

**) D. h. *durch Glühen getrocknetes Salz; die Auflöſung war alſo eine geſättigte.* G.

gen, welches ſie im flüſſigen Zuſtande beſaſs, Gas zu verdichten *). Iſt daher Klebrigkeit oder Zähigkeit nichts anderes, als ein mehr oder weniger vorgerückter Uebergang aus dem flüſſigen in den feſten Zuſtand, wie zu vermuthen ſteht, ſo müſſen die verſchiedenen Grade von Flüſſigkeit allerdings einen bedeutenden Einfluſs auf die Verdichtung des Gaſes haben. Indeſs, ſo wichtig dieſer Schluſs auch für die Gränzzuſtände des Feſten und Flüſſigen ſeyn mag, ſo wenig iſt er durch meine Beobachtungen in den Mittelzuſtänden, bei Flüſſigkeiten von ungleicher Natur, zu bewähren. So ſehen wir die fetten Oehle bei viel geringerer Flüſſigkeit doch eine weit gröſsere Menge kohlenſaures Gas abſorbiren, als das Waſſer; und eben ſo übertreffen die Abſorptionen des kohlenſauren Gas in Gummi und in Zucker-Waſſer, an Gröſse, die in den weit flüſſigern Auflöſungen von ſchwefelſaurem Natron und von ſalzſaurem Kali. Die Auflöſungen von ſalzſaurem Kali, ſalzſaurem Ammoniak und ſalpeterſaurem Kali beſitzen eine gleiche oder faſt noch gröſsere Flüſſigkeit, als das reine Waſſer,

*) Hr. von Sauſſure ſcheint ſich hier unter feſtem Körper ein Continuum ohne alle Zwiſchenräume zu denken, anſtatt ihm Poren von anderer Geſtalt, als bei flüſſigen Körpern, zuzuſchreiben; denn nur in dieſem würde der flüſſige Körper die Fähigkeit, Gas zu verdichten, mit dem Uebergang in den feſten Zuſtand verlieren. Dieſe Vorſtellung ſcheint indeſs mit ſeinen frühern Beobachtungen über das Abſorptions-Vermögen der feſten Körper, und auch mit den eben angeführten Verſuchen mit klebrigen oder zähen Flüſſigkeiten im Widerſpruche zu ſeyn.

Horner.

dennoch verſchluckt dieſes letztere eine weit gröſsere Menge kohlenſaures Gas, als ſie. Dagegen finden ſich auch wieder Flüſſigkeiten, welche mehr von dieſem Gas als andere von geringerer Flüſſigkeit abſorbiren, wie das z. B. mit dem Aether und Alkohol in Vergleichung mit Waſſer, und mit dieſem letztern in Vergleichung mit mehrern Salzauflöſungen der Fall iſt.

So gering der Einfluſs der Klebrigkeit der flüſſigen Körper auf die Gröſse ihrer Abſorptionen zu ſeyn ſcheint, ſo bedeutend iſt er, was die Zeit betrifft, welche ſie brauchen, um ſich mit Gas völlig zu ſchwängern. Klebrige Flüſſigkeiten, wie die fetten Oehle, die Auflöſung von ſalzſaurem Kalk, Gummiwaſſer u. ſ. f., bedurften bei gleichem Anziehungs-Vermögen beträchtlich längere Zeit, um mit einem Gas ſich zu ſättigen, als weit flüſſigere Flüſſigkeiten, wie z. B. Waſſer, Naphtha, Alkohol, Aether und die weſentlichen Oehle.

Einfluſs des ſpecifiſchen Gewichts. Die Dichtigkeit der Flüſſigkeiten ſcheint auf ihr Abſorptions-Vermögen für Gaſe einen groſsen Einfluſs zu haben. Meine Verſuche, wie die obige Tafel ſie darſtellt, zeigen, daſs im Allgemeinen die leichteſten Flüſſigkeiten ein ſtärkeres Abſorptions-Vermögen als die ſpecifiſch ſchwereren beſitzen. Ausnahmen von dieſer Regel finden ſich faſt nur bei ſolchen Flüſſigkeiten, deren ſpecifiſches Gewicht nicht ſehr

verſchieden iſt, und ſind ohne Zweifel eine Folge beſonderer Verwandtſchaften *).

Wahrſcheinlich hat auch das ſpecifiſche Gewicht der Gasarten ſelbſt Einfluſs auf die Mengen, welche eine Flüſſigkeit von ihnen verſchluckt, und auf die Zeit, in welcher dieſes geſchieht. Denn alle Gasarten, welche beträchtlich ſchwerer als die atmoſphäriſche Luft ſind, erleiden im Waſſer keine ſo geringen Abſorptionen, wie Stickgas, Waſſerſtoffgas, Sauerſtoffgas und oxydirtes Kohlenſtoffgas. Und von zwei Gasarten, die von einer Flüſſigkeit in gleichem Maaſse abſorbirt werden, wird die leichtere weit langſamer eingeſogen, wie z. B. von der Bergnaphtha das öhlerzeugende Gas weit langſamer, als das oxydirte Stickgas.

*) Sehr ſpecifiſch-ſchwere Metall-Auflöſungen müſſen ein noch geringeres Abſorptions-Vermögen für Gaſe äuſsern, als die Flüſſigkeiten, mit denen ich Verſuche angeſtellt habe. Es folgt hieraus, daſs bei pneumatiſchen Operationen, wenn es darauf ankömmt, die Erzeugung groſser Mengen von kohlenſaurem oder einem andern verſchluckbaren Gas genau zu meſſen, Salzauflöſungen, und beſonders Auflöſungen des ſalzſauren Natron, welches überall zur Hand iſt, dem reinen Waſſer ſehr vorzuziehn ſind. Das verkäufliche graue und unreine Meerſalz taugt hierzu noch beſſer, als das gereinigte Kochſalz. Eine geſättigte Auflöſung des erſtern abſorbirt bei mittlerer Temperatur nicht ganz den dritten Theil ſeines Volums an kohlenſaurem Gas, und braucht hierzu eine weit längere Zeit, als reines Waſſer, um ein dem ſeinigen gleiches Volum von dieſem Gas zu verſchlucken.

H. Sauſſure.

13. *Einfluſs des barometriſchen Druckes auf die Abſorption der Gasarten durch Flüſſigkeiten.*

Hr. Henry hat kohlenſaures Gas in verſchiedenen Graden von Verdichtung vom Waſſer abſorbiren laſſen, und dabei gefunden, daſs immer einerlei Volumen Gas verſchluckt wurde, welches auch die Dichtigkeit deſſelben ſeyn mochte. Er ſchloſs hieraus, daſs der Raum, den ein Gas im Waſſer einnimmt, im geraden Verhältniſs des Drucks ſtehe *). Ich habe die Richtigkeit dieſer Behauptung, vermittelſt der oben (in 4) beſchriebenen Vorrichtung, nicht nur am *kohlenſauren Gas*, dem am ſtärkſten verſchluckbaren, mit welchem Hr. Henry gearbeitet hat, ſondern auch am *ſchwefligſauren Gas* bewährt gefunden, welches eine beinahe 50 Mal ſtärkere Abſorption als jenes erleidet. Ein Maaſs *Waſſer*, das bei 0,73 Meter (26,967 par. Zoll) Barometerhöhe und 18° C. (14½° R.) Thermometerſtand das 44fache ſeines Volums an ſchwefligſaurem Gas abſorbirte, nahm ebenfalls das 44fache ſeines Volums von dieſem Gas in ſich auf, als es nur unter einem barometriſchen Druck von 0,364 Met. (13,447 par. Z.) bei derſelben Tem-

*) Soll wohl heiſsen, „daſs die Menge des abſorbirten Gaſes im geraden Verhältniſs des Druckes ſtehe.“ Ein gröſserer äuſserer Luftdruck drückt auch auf dem Waſſer und comprimirt die darin befindlichen Lufttheile, und ſo nimmt das abſorbirte Gas, obgleich ſchwerer am Gewicht, immer gleich viel Raum ein. Es iſt hier wohl von dem Raum die Rede, den das Gas im Waſſer einnehmen würde, wenn die äuſsere Compreſſion plötzlich auf den gewöhnlichen Druck reducirt würde. *Mörner.*

peratur ſtand. — Eben ſo verſchluckte *Lavendelöhl* bei einem Luftdruck von 0,175 Met. (6,4 p. Z.) das 1,9 fache ſeines Volums von kohlenſaurem Gas, und es abſorbirte genau dieſelbe Menge, als der Barometerdruck 0,73 Meter (27 Z.) betrug. — Aehnliche Reſultate gab auch *Olivenöhl* mit kohlenſaurem Gas unter verſchiedenen Graden des Luftdrucks. Wahrſcheinlich findet alſo dieſes Geſetz überhaupt bei allen Flüſſigkeiten Statt.

Merkwürdig iſt es übrigens, daſs bei den Flüſſigkeiten die abſorbirten Gasmengen ſich wie die Compreſſionen verhalten, während bei den feſten Körpern mit der Verdünnung des Gaſes die Abſorptionen zu wachſen ſcheinen.

14. *Gleichzeitige Abſorption mehrerer Gasarten durch Waſſer.*

Die Wirkung der Abſorption mehrerer Gaſe zugleich ſind bei Flüſſigkeiten denen analog, welche ich bei feſten Körpern beobachtet habe. Die Herren Henry, Dalton, von Humboldt und Gay-Luſſac *) hatten ſchon bemerkt, daſs Waſſer, welches mit einer Gasart geſchwängert iſt, einen Theil derſelben fahren läſst, ſobald es mit andern Gasarten in Berührung kömmt. Es war indeſs noch auszumitteln, ob, Dalton's Theorie gemäſs, zwei abſorbirte Gasarten in einer Flüſſigkeit wirklich immer den nämlichen Raum einnehmen,

*) Man findet die Unterſuchungen der beiden letztern in dieſen *Annalen* B. 20. S. 129. G.

den ſie einnehmen würden, wenn jede einzeln bei dem Grade von Dichtigkeit, den ſie in der Miſchung hat, abſorbirt worden wäre. Um für dieſe Beſtimmung hinreichend genaue Reſultate zu erhalten, war ich genöthigt, Mengungen von kohlenſaurem Gas entweder mit Sauerſtoffgas, oder mit Waſſerſtoffgas, oder mit Stickgas, anzuwenden; denn die drei letztern Gasarten werden in zu geringer Menge abſorbirt, um die gegenſeitige Zuſammenziehung, die ſie erleiden mögen, noch von den Beobachtungsfehlern unterſcheiden zu können *).

Waſſer und ein Gemiſch aus gleichen Theilen kohlenſaurem Gas und Waſſerſtoffgas. Ich brachte 100 Maaſs luftleeres Waſſer, bei einer Temperatur von 18° C., mit 434 Maaſs eines Gemiſches

*) Hr. v. Humboldt und Gay-Luſſac haben gefunden, daſs, als ſie ein Gemiſch von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas über Fluſswaſſer in Recipienten, die mit eben dieſem Waſſer geſperrt waren, ſtehn lieſsen, die Abſorption des Waſſerſtoffgaſes weit gröſser war, als ſie ohne die Gegenwart des Sauerſtoffgaſes geweſen ſeyn würde. Ich glaube, daſs dieſes auffallende Reſultat einer Filtrirung des Waſſerſtoffgaſes durch das Sperrwaſſer in die freie Luft, und der Beſchleunigung derſelben durch Mitwirkung des Sauerſtoffgas oder eines andern ſtärker verſchluckbaren Gaſes zuzuſchreiben ſey. Denn nach meinen Verſuchen nimmt reines Waſſer in Gefäſsen, die durch Queckſilber geſperrt ſind, aus allen Miſchungen von Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas immer ein kleineres abſolutes Volumen des letztern in ſich auf, als von reinem Waſſerſtoffgas, in dem Verhältniſſe des Raums, welchen das Sauerſtoffgas in dem Waſſer einnimmt. Nichts deſto weniger iſt es wahrſcheinlich, daſs die beiden Gaſe ſich in ihrer Berührung ein wenig zuſammenziehn. *v. Sauſſure.*

aus gleichen Theilen kohlenſaurem Gas und Waſſerſtoffgas in Berührung. Sie verſchluckten davon nicht mehr als 47,5 Maaſs, und zwar 44 Maaſs kohlenſaures Gas, und 3,5 Maaſs Waſſerſtoffgas. Vergleicht man auf eben die Art, wie es oben (in 7) für die Kohle geſchehn iſt, den Raum, den die vereinigten Gaſe im Waſſer einnehmen, mit demjenigen, der ihnen nach 10 zukömmt, ſo findet man, daſs die Gegenwart des einen Gaſes die Abſorption des andern begünſtigt, in ſo fern man auf den relativen Raum ſieht, den jedes derſelben in dem Waſſer einnimmt.

Waſſer und ein Gemiſch aus gleichen Theilen von kohlenſaurem Gas und Sauerſtoffgas. Es abſorbirten 100 Maaſs Waſſer, bei 18° C., von 390 Maaſsen des angegebnen Gasgemiſches 52,1 Maaſs, die aus 47,1 Maaſsen kohlenſaurem Gas und 5 Maaſsen Sauerſtoffgas beſtanden. Auch hier iſt die Verdichtung gröſser, als bei den einzelnen Gaſen.

Waſſer und ein Gemiſch von kohlenſaurem Gas und Stickgas. Endlich abſorbirten 100 Maaſs Waſſer von 357,6 Maaſsen des angegebnen Gasgemiſches bei obiger Temperatur 47,2 Maaſs, die aus 43,9 Maaſsen kohlenſaurem Gas und 3,3 Maaſsen Stickgas beſtanden.

Die Reſultate dieſes Verſuchs ſtimmen, wie man ſieht, völlig mit einander überein *); aber

*) Bei der Kohle ſchien das kohlenſaure Gas die Verdichtung des Stickgaſes nicht zu begünſtigen. Bei dem Waſſer

keins derſelben entſpricht Dalton's Theorie, der zu Folge das Volum des verſchluckten kohlenſauren Gas nur halb ſo groſs als das der abſorbirenden Flüſſigkeit, und auch die abſorbirten Volumina der andern Gaſe viel kleiner hätten ſeyn ſollen, als ſie ſich aus meinen Beobachtungen ergeben haben.

Wenn Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, die mit einander in dem Verhältniſſe gemiſcht worden wären, wie es zur Waſſererzeugung nöthig iſt, vermöchten bei ihrer Verdichtung durch eine Flüſſigkeit Waſſer zu bilden, ſo müſste ihre Abſorption ins Unbeſtimmte fortgehn. Durch heftiges Schütteln bringt man aber die Verſchluckung dieſes Gasgemiſches durch Waſſer in wenig Minuten zu Stande, ſo daſs ſie ſich durch ein ſehr viel längeres Schütteln nicht vermehren läſst. In meinen Verſuchen ging ſie nie über $5\frac{1}{4}$ Hundertth. des Volums der Flüſſigkeit hinaus.

Aehnliche Reſultate erhält man mit den gasförmigen Beſtandtheilen des Ammoniaks und der Salpeterſäure; ſelbſt die Beimiſchung eines Alkali oder einer Säure zum Waſſer iſt nicht vermögend, jene Verbindungen zu bewerkſtelligen. Allein wir kennen noch nicht die Wirkungen, welche eine Berührung von mehreren Monaten oder Jahren zwiſchen dieſen Gaſen und der Flüſſigkeit hervorbringen würde; und eben ſo we-

ſcheint es anders zu ſeyn. Doch möchte ich auf dieſs Verſchiedenheit nicht beſtehen, da alles auf eine Gröſse von $1\frac{1}{2}$ Hundertheilen in der Beſtimmung des Stickgaſes ankömmt, die auch in einem Beobachtungsfehler liegen könnte. P. S.

nig wiſſen wir von den Wirkungen atmoſphäriſcher Einflüſſe an der bloſsen freien Luft. Vielleicht werden die Verſuche, die ich hierüber angefangen habe, einiges Licht verbreiten. Die hier mitgetheilten Verſuche beweiſen, daſs die Abſorptionen der Gaſe zum Theil von phyſiſchen Eigenſchaften, zum Theil von den chemiſchen Verwandtſchaften der ſich berührenden und in einander eindringenden Körper abhängen, und daſs in dieſer Hinſicht die feſten Körper und die flüſſigen im Allgemeinen den nämlichen Geſetzen unterworfen ſind.

ZUSATZ.

Verfahren, um Gaſe, welche nur ſchwach abſorbirt werden, mit dem Waſſer zu verbinden.

Da die von mir gefundenen Gröſsen der Abſorptionen, welche die Gasarten durch Waſſer erleiden, oft von denen abweichen, welche die HH. Henry und Dalton als Reſultate ihrer Verſuche bekannt gemacht haben, ſo glaube ich, die Maaſsregeln der Vorſicht angeben zu müſſen, welche ich bei dieſen Verſuchen genommen habe. Die Beſchreibung der einzelnen Handgriffe kann indeſs nur diejenigen intereſſiren, welche dieſe Verſuche wiederholen wollen.

1. Um das Waſſer von der Luft zu befreien, verfuhr ich folgendermaaſsen: Eine kleine Flaſche wurde mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, offen unter Waſſer in einem Becken geſetzt, das damit angefüllt war, und dann alles Waſſer wenigſtens 3 Stunden lang in lebhaftem Kochen erhalten. Daſs das

II.

Geognoſtiſche Beſchreibung des Erdpech-Sees auf der Inſel St. Trinidad in Weſtindien.

von

Nic. Nugent, D. M. u. Mitgl. d. geogn. Geſ. in London *).

Der Anblick, den die Inſel Trinidad gewährt, wenn man ſich ihr von Nordweſt her nähert, gehört zu den prachtvollſten in der Natur. Die hellgrüne Farbe des Meeres verwandelt ſich plötzlich in dunkelbraun, und man erblickt fürchterliche Wellen und Strudel, bewirkt durch den Kampf entgegengeſetzter Strömungen, welche in dieſer Gegend, beſonders zu der Zeit herrſchen, wenn der Oronoko durch die periodiſchen Regen aufgeſchwellt iſt. Die Fahrzeuge brauchen mehrere Tage, ja ganze Wochen, um gegen dieſe Strömungen anzudringen; und nicht ſelten werden ſie unaufhaltſam mit fortgeriſſen. Die Schiffer, welche zuerſt in den Meerbuſen von Paria durch eine ſeiner drei Mündungen eingedrungen ſind, zwiſchen den ſehr hohen

*) Frei zuſammengezogen aus einer Abhandl. im erſten Bande der Verhandlungen der im J. 1807 zu London geſtifteten *Geological Society* Lond. 1811, von *Gilbert*.

bräunlichen Glimmerſchiefer-Bergen, welche mit ſchwarzer undurchdringlicher Waldung bis an die Gipfel bedeckt ſind, und von denen in der Regenzeit Bergſtröme wüthend ſich in das Meer ſtürzen, und an deren ausgehöhlten Felſen die Wellen in furchtbare Brandung anlaufen, ſind in dieſer gefährlichen Durchfahrt, wo der Anker nicht Grund faſst, mit Schrecken erfüllt worden. Chriſtoph Columbus, der auf ſeiner dritten Reiſe dahin kam, nannte ſie den Drachenſchlund (*Boca del Drago*); und aus der Farbe des Waſſers ſchloſs er ſchon, dass er ſich in der Nähe der Mündung eines groſsen Stroms befinde, der tief aus dem feſten Lande herkomme.

Die Gebirge von Paria ziehn ſich von dem feſten Lande über die kleinen Inſeln der Boca nach Trinidad, und ſtreichen hier durch den Nordtheil der Inſel von Weſt nach Oſt. Dieſe ganze Bergkette beſteht aus Gneus und Glimmerſchiefer, worin groſse Quarznieren, auch blauer dichter Kalkſtein mit Adern weiſsen Kalkſpaths, vorkommen; an manchen Orten geht er in Talkſchiefer über. Vom Fuſse dieſer Berge bis weit nach Süden iſt der Boden horizontal, und beſteht aus Geſchieben der benachbarten Berge, und aus Anſchwemmungen, welche der Oronoko-Fluſs abgeſetzt hat. Die unter dem Winde nach dem Golfe zu liegende Seite der Inſel wird noch jetzt durch Anſchwemmungen jährlich vergröſsert, und man findet Muſcheln ziemlich weit Landeinwärts. Dieſer Schlamm iſt ſehr fruchtbar, und bedeckt ſich bald mit einer dichten Vege-

tation. Aus ähnlichen Anſchwemmungen des Oronoko und des Amazonenfluſſes iſt der ganze weitläufige Landſtrich zwiſchen den Mündungen dieſer beiden groſsen Ströme entſtanden, und die Küſte von Guyana iſt ſeit vielen Jahrhunderten auf dieſe Art aus einem groſsen Striche Südamerika's hierher geführt und abgeſetzt worden. Die eignen verhältniſsmäſsig ſehr kleinen Küſten-Ströme haben dieſe ungeheure Abſetzung nur hier und da modificirt.

Der berühmte Erdpech-See auf St. Trinidad liegt hart an der Weſtküſte des ſüdlichen Theiles der Inſel, unweit der *Punta Brea*. Das Geſtein dieſes kleinen Vorgebirges iſt dem Porcellain-Jaspis der Mineralogen ähnlich, äuſserlich röthlich, innerlich bläulich, hat einen muſchlichen Bruch und etwas Glanz, und iſt vollkommen undurchſichtig. Nachdem wir durch dicke Waldung ¾ engl. Meilen weit gegangen waren, ſpürten wir einen ſtarken Geruch nach Schwefel und Erdpech, dem ähnlich, der ſich beim Verbrennen gewiſſer Arten von Steinkohlen entwickelt, und unmittelbar darauf erblickten wir den See, der auf den erſten Anblick eine ruhige Waſſerfläche voller Inſel mit verkrüppelten Bäumen und Strauchwerk zu ſeyn ſchien. Als wir am Rande angekommen waren, ſahen wir, daſs es eine groſse aus Erdpech beſtehende Ebene war, in der ſich Riſſe befanden, die voll Waſſer ſtanden. Die Oberfläche war aſchgrau, und in dieſer Jahreszeit (October 1807) weder glänzend noch glatt.

Die Erdpech hatte Festigkeit genug, um eine bedeutende Last zu tragen ohne einzusinken, doch drückte sich beim Gehen der Fuss etwas ein, ohne dass übrigens ein Schwanken der Masse zu spüren war, oder Erdpech an den Schuhen kleben blieb. Neben uns ging das Hornvieh in aller Sicherheit von einer Insel zur andern. In der heissen Jahreszeit ist die Oberfläche weicher, und nähert sich dem flüssigen Zustande, welches sich daraus schliessen liefs, dass Stücken Holz und andere Körper hineingesunken waren. Risse sind in ihr in grofser Menge vorhanden, und sie sind in der Regel für ihre Breite bedeutend tief; von mehrern hat man den Grund nicht erreichen können. Das Wasser, welches in ihnen steht, ist gut und ohne besondern Geschmack; man trinkt es, man badet darin, und man fängt darin Fische, besonders eine gute Art Barben. Die Ränder der Spalten sind immer convex, welches einen Zustand von Weichheit der Masse anzeigt, den wahrscheinlich die Sonnenstrahlen bewirken; manchmal nähern sie sich einander ganz und die Spalte verschwindet. Wie diese Risse entstehen, ist nicht leicht zu erklären. Einer von uns meinte, die ganze Erdharzmasse sey vielleicht blofs eine Rinde, die auf Wasser schwimme; welches aber nicht möglich ist, da die Masse das Wasser an specifischem Gewichte übertrifft. Die kleinen Inseln sind von Vögeln bewohnt, und in den Teichen finden sich Schnepfen; auch sollen sich Alligators darin aufhalten, wir haben aber keinen gesehen.

Die Ausdehnung dieſer Erdharz-Ebene iſt ſchwierig zu beſtimmen, weil ſich ihre Ränder nicht ſcharf abſchneiden. Wir ſchätzten ihren Umfang auf ungefähr 3 engl. Meilen. Ueber die Mächtigkeit der Maſſe läßt ſich nicht urtheilen. Wo das Erdpech mit etwas Gartenerde bedeckt iſt, wachſen darauf Caſſava, Ananas u. d.; die letztere Frucht wird hier vortrefflich. Hart an dem Erdpech-See liegen 3 oder 4 franzöſiſche Zuckerplantagen und 1 engliſche. Der Boden, auf welchem ſich der See befindet, iſt ziemlich viel höher als umher, und zieht ſich in einem ſanften Abhange bis an das Meer, wo man das Erdpech mit dem Sande des Strandes vermengt findet. Man erzählt, die Spanier, welche das Erdpech benutzen wollten, hätten die Unvorſichtigkeit gehabt, ihre Keſſel auf dem See ſelbſt zu ſtellen, und dieſe ſollen in einer Nacht verſunken ſeyn. Die in der Nähe ſtehenden Hütten der Neger neigen ſich nicht ſelten nach einer Seite, oder winden ſich, weil der auf Erdpech liegende Boden nachgiebt, wenn dieſes im Sommer erweicht. An mehrern Stellen ſcheint die Maſſe wie Lava gefloſſen zu ſeyn, und da zeigt ſich die Oberfläche runzlich.

Man giebt dieſes Erdpech gewöhnlich für Asphalt aus; aber es iſt verſchieden nach den Orten. An einigen iſt es ſchwarz, von muſchligem Bruch, ſehr ſchwierig zu zerſprengen, ſehr ſchwer und ohne oder nur mit ſehr wenig Glanz, und gleicht gewiſſen Arten der Steinkohle. An den mehrſten Stellen iſt es

viel weicher, läſst ſich mit dem Beile und ſelbſt mit der Schatiſel zerſchneiden, und erſcheint im Innern blaſig und wie öhlig; an einigen wenigen Stellen iſt es völlig flüſſig, ſo daſs es ſich in Becher ſchöpfen läſst, und in einer Zuckerpflanzung findet ſich eine Stelle, wo es glänzend, durchſichtig und ſpröde, wie Colophonium iſt. In allen dieſen Geſtalten hat es einen ſtarken Geruch, der aus dem des Pechs und des Schwefels zuſammengeſetzt zu ſeyn ſcheint; Schwefel findet man indeſs nirgends in Subſtanz. An einem Lichte ſchmilzt das Erdharz wie Siegellack, und brennt mit einer kleinen Flamme, die leicht verlöſcht. Beim Erkalten nimmt es ſeine vorige Härte wieder an. Die Einwohner brauchen es zu allem, wozu man ſonſt Pech oder Theer nimmt, und Seeofficiere, welche damit Verſuche gemacht, haben darüber ſehr günſtig berichtet. Durch Vermengung mit Oehl, Talg oder gewöhnlichem Theer, läſst es ſich in jedem beliebigen Grade von Flüſſigkeit darſtellen. Für die engliſche Marine wird es noch nicht benutzt, obgleich die Einwohner ihre kleinen Fahrzeuge damit auf das Vollkommenſte kalfatern.

Nach des Kapitän Mallet topographiſcher Skizze der Inſel Trinidad, findet ſich nahe bei der Punta Brea, nach Südoſt zu, eine Art von Strudel oder Schlund, der während ſtürmiſcher Witterung das Waſſer 5 bis 6 Fuſs hoch anſchwellen, und das Meer in ziemlicher Entfernung umher mit Steinöhl und Erdtheer bedecken ſoll. Mallet fügt hinzu, ein zweiter

ähnlicher Strudel, der sich an der Ostküste in der Bay de Mayaro finde, lasse im März und Juni eine donnerähnliche Detonation hören, wobei eine Flamme und dicker schwarzer Rauch, der sich unmittelbar darauf zerstreue, ausgestossen werden; und 24 Stunden darauf finde man längs des Ufers der Bay eine Menge Erdpech 3 bis 4 Zoll hoch, das man zum Kalfatern der Schiffe brauche. Noch führt er aus Gumilla's Beschreibung des Oronoko an, vor ungefähr 70 Jahren sey an der Westküste plötzlich zum grossen Schrecken der Einwohner Land versunken, und an die Stelle desselben ein kleiner See von Erdpech getreten.

Mehrere Augenzeugen haben mich versichert, das Meer in der Nähe der Punta Brea zeige sich von Zeit zu Zeit mit flüssigem Erdharze bedeckt. In dem südöstlichen Theile der Insel befindet sich eine ähnliche, doch kleinere Masse von Erdpech als hier. Hin und wieder stösst man in den Wäldern auf kleine Flächen von Erdpech, und man behauptet, solche Spuren fänden sich in der ganzen Linie zwischen den beiden grossen Behältern. Wahrscheinlich war alles dieses Erdharz ursprünglich flüssig, und ist erst an der Luft erhärtet, wie das auch im todten Meere und in andern Gegenden des Morgenlandes der Fall ist.

Den Ursprung dieser merkwürdigen Erdharzlager suchen sich die Geologen nach ihren verschiedenen Systemen zu erklären. Wenn man von der

Spitze der Punta Brea den Blick nach Süden wendet, ſo ſcheint es als habe das Land gewaltſame Zerrüttungen, vielleicht von unterirdiſchem Feuer, gelitten, wie wenigſtens Hr. Anderſon meint, der ſich daraus die heiſsen Quellen erklärt, welche in der Nachbarſchaft ſprudeln. Die ziemlich anſehnlichen Berge im Mittelpuncte und im Norden der Inſel, meint er, ſeyen durch Vulkane angehoben worden. Spuren von Steinkohlen habe ich nicht entdecken können, und hat man bisher nicht gefunden. Der Oronoko, einer der gröſsten Ströme der Erde, reiſst, wo er ſich in das Meer ergieſst, ſo ungeheuer viel Erdtheile mit ſich fort, daſs das Meer bis auf ſehr groſse Entfernungen durch ſie auffallend gefärbt wird, und ſetzt ſie auf den Ufern des Golfs von Paria, und beſonders an der Weſtküſte der Inſel Trinidad ab. Da ſich nun hier ungeheure Lager Erdharz und Lager von Porcellainjaspis finden, von denen ſich denken lieſse, daſs ſie durch Einwirkung von Hitze auf die Pflanzen und Erdtheile entſtanden ſeyen, welche durch jene Anſchwemmung abgeſetzt worden; ſo würden Anhänger der Hutton'ſchen Theorie hier unzweideutige Beweiſe zu ſehn glauben, daſs unterirdiſche Feuer alle dieſe Wirkungen hervorgebracht haben, und daſs dieſe da, wo ſie Statt fanden, den Boden über das Niveau der übrigen Fläche, die blos angeſchwemmt iſt, erhoben, und heiſse Quellen und die erwähnten Strudel hervorgebracht haben. Erdbeben ſind hier häufig, und bei der Punta Icaca findet man zwei

andre kleine, sehr sonderbare, halb vulkanische Berge, welche sehr für diese Meinung zu sprechen scheinen.

Ohne mich für irgend ein geologisches System zu erklären, gestehe ich, dass diese letzte Erklärung mir viel Wahrscheinliches zu haben scheint. Ein so gewaltiger Strom wie der Oronoko, muss seit Jahrhunderten eine ausserordentliche Menge Holz und Theile von Pflanzen herbeigeführt haben; diese können durch die lokale Beschaffenheit von Strömungen und Wirbel an einigen Orten in grosen Massen zusammen gehäuft seyn, und haben dort wahrscheinlich die chemischen Veränderungen erlitten, welche Pflanzentheile unter solchen Umständen in andern Welttheilen erfahren haben. Ein zufälliges Feuer, wie es oft im Innern der Erde entsteht, kann auf sie eingewirkt, und das neu gebildete Erdharz von den Erdtheilen getrennt und an die Oberfläche des Bodens heraufgetrieben haben, wo es an der Luft erhärtet ist. So viel ich weiss, giebt es in der bekannten Welt nur eine einzige Gegend, welche diesem Theile der Insel Trinidad vollkommen gleicht, nämlich die Küste des Meerbusens von *Taman* in der Krimm. Man findet dort viele Naphtha- und Steinöhl-Quellen, und ganz ähnliche kleine vulkanische Berge, als hier an der Punta Icaca; und die Erklärung, welche Pallas von ihnen giebt, scheint mir sehr wahrscheinlich zu seyn. Der Don und das Asofsche Meer scheinen dort eben die Rolle gespielt zu haben, welche ich hier dem Oronoko und dem Meerbusen von Paria zuschreibe. Die ganze West-

küſte der Inſel Trinidad iſt eine neuere Anſchwemmung, und wird noch täglich durch Anſchwemmungen vergröſsert; der Erdpech-See liegt noch jetzt an dieſem Ufer, kann alſo nicht ſehr alt ſeyn; und nach des Kapitain Mallet's Bericht ſieht man an beiden Enden der Inſel flüſſiges Erdharz auf dem Meere, nicht an Stellen, wo das Meer altes Land ausgeſpült und bedeckt hat, ſondern wo es durch Abſetzung hinzugeführter Theile neue Anſchwemmungen zu bilden im Begriff iſt.

Hr. Hatchett ſchloſs vor einigen Jahren aus der Schwere, der groſsen Härte und den äuſsern Kennzeichen der Probeſtücke dieſes Erdharzes, welche er unterſucht hatte, ein groſser Theil des Erdharz-Sees auf St. Trinidad beſtehe nicht aus reinem Erdpech oder Aſphalt, ſondern aus einem poröſen thonigen Geſtein, das ſtark mit Erdpech geſchwängert ſey. Zwei Stücke des dichteſten und erdigſten gaben ihm 32 bis 36 Procent reines Erdharz; das Uebrige war eine poröſe Maſſe, in der er Kieſelerde, Thonerde, Eiſenoxyd und Kohle, aber nicht die geringſte Spur von Kalk fand, ſo daſs dieſes Geſtein nicht die geringſte Aehnlichkeit mit den bituminöſen Kalkſteinen hat, die an vielen Orten vorkommen. Die Maſſe des Erdpech-Sees iſt an verſchiedenen Orten ſehr verſchieden, und von den Stücken, welche Hr. Hatchett unterſucht hat, weicht faſt die ganze Maſſe des Erdpech-Sees ab, in der das Erdpech in viel ſtärkerem Verhältniſſe vorherrſchend iſt.

III.

Beſchreibung der Schwefelgrube auf der Inſel Montſerrat in Weſtindien.

von

Nic. Nugent, D. M. *)

Auf meiner Rückreiſe im October 1810 von Antigua nach England legte unſer Schiff an der bergigen Inſel *Montſerrat* an, welche dieſen Namen nach einer entfernten Aehnlichkeit mit dem gleichnamigen berühmten Berge in Catalonien erhalten hat, und ich benutzte dieſe Gelegenheit, einen Ort dieſer Inſel zu beſuchen, von dem ich unter dem Namen der *Schwefelgrube* viel hatte reden hören, und den ich nach den Erzählungen für den Krater eines wenig bedeutenden Vulkans hielt.

Die ganze Inſel iſt ein Gebirge. Es giebt auf ihr nur eine einzige Heerſtraſse; alle übrigen Wege ſind bloſse Fuſsſteige, auf denen man kaum zu Pferde fortkömmt. Die Erzeugniſſe der Pflanzungen werden auf Mauleſeln nach der Küſte gebracht. Ich verlieſs die am Strande, am Fuſs der Berge liegende Hauptſtadt Plymouth zu Pferde, in Geſellſchaft eines

*) Aus den *Transact. of the geol. Soc.* Vol. I. frei ausgezogen von Gilbert.

Freundes. Wir folgten einem ſteilen Wege, der im Zigzag ging, ungefähr 6 engl. Meilen weit; er war in einem Porphyrberge eingehauen, der überall aus Bruchſtücken, zum Theil ſehr groſsen beſtand, und ſo wenig Erde hatte, daſs es kaum zu begreifen war, wie das Zuckerrohr darauf ſo gut wachſen konnte. Der gröſste Theil des Bodens der Inſel beſteht aus dieſem Porphyr, welchen einige Geologen zu der letzten Formation des Flötztrapps rechnen, andere für eine bloſse Varietät von Lava halten würden. Er iſt ein dichtes, ſehr hartes, thoniges Geſtein, von grauer Farbe, und mit nicht groſsen, regelmäſsigen Kryſtallen weiſsen Feldſpaths und mit ſchwarzer Hornblende durchſäet. Man nennt dieſes Geſtein in Weſtindien *Feuerſtein*, weil es die Eigenſchaft hat, groſsen Hitzegraden zu widerſtehn, und führt es in Menge nach den benachbarten Inſeln aus, wo man daraus die Oefen zum Zuckerkochen baut.

Ziemlich weit hinter der Pflanzung *Galloway* gelangten wir an den Rand eines ſehr tiefen Ravin, das ſich von einem der höchſten Gipfel der Inſel bis an das Meer herunter ſchlängelt, und folgten demſelben durch die ſchönſte und romantiſchte Gegend, welche ſich denken läſst. Am Urſprunge deſſelben gelangt man zu einem kleinen Amphitheater, welches die Spitze des Berges ausmacht, und hier liegt die *Schwefelgrube*. Ich war ſehr verwundert, hier weder einen Krater noch die mindeſte Spur eines Vulkans zu finden. In Nord, Oſt und Weſt

erblickten wir nur Berge, welche bis an den Gipfel zerſtückelt waren, und dem Anſchein nach aus demſelben Porphyr beſtanden, den wir auf dem ganzen Wege gefunden hatten. Gegen Süden war dieſelbe Gebirgsart niedriger, ganz nackt, und in einem eigenthümlichen Zuſtande von Zerſetzung *). Nach Südweſt zeigte ſich die Oeffnung, durch welche unſer Fuſsſteig in das Ravin hineinführte. Dieſe ganze Fläche mochte 3 bis 400 Yards lang und halb ſo breit ſeyn. Die Oberfläche des Felſens, ſo weit es das Ravin nicht einnahm, war wie zertrümmert, und mit verwitterten, leicht zerreiblichen, ganz weiſsen Porphyrgeſchieben bedeckt, von denen einige wie kryſtalliſirt ausſahen. Anfangs hielt ich ſie für eine eigne Steinart, überzeugte mich aber, daſs ſie nichts anderes waren, als der Porphyr der Gebirgsart, auf eine ſonderbare Weiſe, nicht durch Einwirkung von Luft und Feuch-

*) Dieſe beſondere Art von Zerſetzung iſt unter ähnlichen Umſtänden auch anderwärts beobachtet, und von Naturforſchern auf dieſelbe Weiſe erklärt worden. „Die weiſse „Farbe der Steine in dem Innern aller entzündeten Kra„ter, (ſagt z. B. Dolomieu,) iſt einer wahren Verän„derung der Lava mittelſt der ſchwefligſauren; ſie durch„dringenden Dünſte zuzuſchreiben, die ſich mit dem „Thon als Baſis zu dem Alaun verbinden, welchen man „aus den vulkaniſchen Materien gewinnt. — Sie iſt eine „Art von Analyſe, welche die Natur ſelbſt mit den vul„kaniſchen Materien vornimmt. Man findet die Lava in „verſchiednen Zuſtänden dieſer Zerſetzung, welche ſich „durch ihre Farbe erkennen laſſen.“ Das zum Alaun nöthige Kali findet ſich in dem den ſchwefligen Dämpfen ausgeſetzten Geſtein ſo gut als die Thonerde. *N.*

tigkeit, ſondern durch Schwefeldämpfe oder ſchwefelige Säure verändert, welche der durch das Ravin aufſteigende Luftzug vorzüglich nach einer Seite zu treiben ſcheint, indeſs die Bergwand rings umher ihn von andern Seiten anzukommen verhindert.

Zwiſchen den Stücken zerſetzten Geſteins ſind eine Menge Riſſe, aus denen ſchwefliger Dampf in ſolcher Menge hervorſteigt, daſs er nahe bei ganz unerträglich und erſtickend iſt, und daſs man ihn weithin ſpürt. Die Metallknöpfe meines Kleides, das Silbergeld und die Schlüſſel, welche ich bei mir trug, wurden davon augenblicklich angegriffen. Zugleich fühlte ich eine ſtarke Wärme, welche das Gehn hier ſehr beſchwerlich und ermüdend macht. Das Waſſer eines Bachs, der an dem Abhange des Berges herabrieſelt, und durch dieſen Ort flieſst, kocht über dieſen Riſſen heftig und ſchwängert ſich mit ſchwefligen Theilen. Andre Zweige des Bachs, die nicht nahe bei Riſſen vorbeifliefsen, bleiben kalt und hell; man kann daher in zwei dicht neben einander flieſsenden Bächen die Hände zugleich in dem einen in kochendes, in dem andern in kaltes Waſſer tauchen. Die Schwefeldämpfe kommen nicht immer zu denſelben Riſſen heraus; täglich ſieht man neue entſtehn und alte ſich verſchlieſsen. Am Rande dieſer Riſſe, und faſt überall an dieſem Orte, finden ſich die ſchönſten Kryſtalliſationen von Schwefel, die in ihrer Art eben ſo vollkommen ſind, als die ſchönſten, die ich vom Veſuv oder anders woher geſehn habe. Auch die ganze zerſetzte

Gebirgsmaſſe iſt nahe dabei mit Schwefel durchdrungen. Von Schwefelkies und andern metalliſchen Körpern habe ich dort keine Spur geſehn, zwei oder drei Geſchiebe von Thoneiſenſtein ausgenommen, deſſen Lagerſtätte ich nicht auffinden konnte.

Wahrſcheinlich würden wir aus einer umſtändlichen Unterſuchung des Ravin, deſſen Wände ſehr ſteil ſind, über die innere Structur dieſes Gebirges mehr Belehrung erhalten haben; es würde aber ſehr viel Zeit und Vorſicht erfordert worden ſeyn, hätten wir uns hineinwagen wollen. Man ſagte mir, an dem Abhange eines Berges, der 1 engliſche Meile in gerader Linie entfernt ſey, hauche die Erde ähnliche Dünſte aus, und finde ſich ein Lager von Schwefel, und daſs man glaube, beide Heerde ſtänden unter der Erde in Gemeinſchaft.

Faſt alle Inſeln des weſtlichen Inſelmeeres, beſonders die hohen, haben natürliche Schwefelgruben *(ſoufrières)*, z. B. *Nevis*, *St. Kitts*, *Guadeloupe*, *Dominique*, *Martinique*, *St. Lucie* und *St. Vincent*. Einige zeigen ähnliche Erſcheinungen als die, welche ich zu *Montſerrat* beobachtet habe; in andern aber giebt es beſtimmte und gut charakteriſirte Vulkane, welche manchmal Ausbrüche haben, und Flammen, Aſche, Schlacken und Lava auswerfen, wie z. B. zu *Guadeloupe*, *St. Lucie* und *St. Vincent*. Dr. Anderſon und andere Naturforſcher, welche den Vulkan auf St. Vincent erſtiegen haben, ſagen, er ſey ſehr bedeutend, von ma-

jeſtätiſchem Anblick, und laſſe ſich einigen der europäiſchen Vulkane an die Seite ſetzen *). Die Geologen ſcheinen bei ihren Speculationen über den Urſprung dieſer Inſeln dieſe Umſtände ganz vergeſſen zu haben. Die mehrſten Geographen, welche bemerkten, daſs ſie ſich in einer Kette vom ſüdlichen Vorgebirge von Florida bis an die Mündungen des Oronoko quer durch den Meerbuſen

*) Dieſer Vulkan (die *Schwefelgrube auf St. Vincent*), welcher ſeit dem Jahr 1718 ruhig geweſen war, hat im Mai 1812 einen lebhaften Ausbruch gehabt. Folgendes iſt aus einer umſtändlichen Beſchreibung dieſes Ausbruchs entlehnt, welche ein Hr. Hamilton aus Nevis an Sir Joſeph Banks überſchickt hat. Es waren vom Mai 1811 an ungefähr zweihundert Erdbeben-Stöſse dem Ausbruch vorhergegangen. Das Getöſe der Ausbrüche hatte eine ſo groſse Aehnlichkeit mit Kanonenſchüſſen ſchweren Kalibers, die mit Musketenfeuer abwechſeln, daſs der Kapitain eines Kriegsſchiffs, welcher eine Kauffahrteiflotte convoyirte, der feſten Meinung war, ein Corſar greife eins der hinterſten Schiffe an, und dorthin eilte. Auch hat man bemerkt, daſs der Schall in einer groſsen Entfernung von der Inſel weit ſtärker, als in der Inſel ſelbſt, gehört wurde. Zwei Flüſſe vertrockneten, und es ſtiegen ungeheure Wolken dicken Rauches aus dem Vulkane hervor, ehe man eine Flamme an der Mündung des Kraters gewahr wurde. Dieſe erſchien unter Begleitung auf einander folgender Erdſtöſse, einem donnerähnlichen Rollen, und unter Auswerfen groſser Stücke Bimsſtein, 8 Stunden lang ohne Aufhören. Die Erdbeben ſtürzten mehrere Häuſer in Kingſton ein, und die herabfallenden Bimsſteine verwundeten mehrere Neger in den Pflanzungen. Die Schwefelgrube auf St. Vincent gehört zu einer groſsen Bergkette, welche durch Nevis und andre Inſeln dieſer Gruppe geht. Der Krater hat eine engl. Meile im Durchmeſſer, und eine Tiefe von ungefähr 900 Fuſs. *Gilbert.*

von Mexiko ziehn, ſind auf den Gedanken gekommen, dieſe Kette habe ehemals einen Theil des feſten Landes von Amerika ausgemacht, und ſey durch das Meer davon losgeriſſen worden. So einfach und einnehmend dieſe Hypotheſe auch iſt, ſo wenig entſpricht ſie doch der geologiſchen Structur dieſer Inſeln. Die mehrſten ſind von Korallen und andern Meerinſecten gebildet worden, und die übrigen verdanken ihren Urſprung offenbar vulkaniſchen Wirkungen; die ſich noch jetzt äuſsern, oder deren Spuren noch ziemlich neu ſind. Doch muſs man geſtehn, daſs ſich unter dieſen Inſeln mehrere befinden, deren Bildung eben ſo alt als die des benachbarten Continents iſt, von dem ſie durch das einbrechende Meer oder Erdrevolutionen ſich getrennt zu haben ſcheinen; und dahin gehören zwar alle die, deren Gebirgsarten uranfängliche ſind.

IV.

Pyroxenfels, eine neue Gebirgsart in den Pyrenäen,

beſchrieben von

JOHANN VON CHARPENTIER, aus Sachſen *).

Herr von Charpentier, der ſich 4 Jahre in den Pyrenäen aufgehalten und die mehrſten Gegenden derſelben wiederholt beſucht hat, findet in der Beſchaffenheit dieſer Gebirgskette eine gröſsere Einfachheit, als in den andern gleich groſsen Gebirgen, und eine völlige Uebereinſtimmung mit dem, was wir über die verſchiednen Formationen der Gebirgsarten und ihr Alter wiſſen. Manches iſt ihnen indeſs eigenthümlich, und dahin gehört die merkwürdige und noch wenig bekannte Gebirgsart, von der dieſer Aufſatz handelt. Sie iſt zuerſt von Hrn. Lelievre, Generalinſpector der Bergwerke, in dem *Journ. de Phyſ.* Mai 1787 bekannt gemacht worden; er hielt ſie für eine Abart des Chryſolit *(Peridot)*, worin ihn Hr. Picot de Lapeyrouſe berichtigte, der ſie für eine Art von Piſtacit *(Epidote)* erklärte. Hr. Lametherie nannte ſie nach

*) Ins Kurze zuſammengezogen aus dem *Journ. des mines* Nov. 1812 von Gilbert.

dem See Lherz, bei welchem ſie gefunden wird, *L'herzite;* Hr. von Charpentier hat ſich indeſs überzeugt, daſs ſie keine neue Steinart iſt, ſondern daſs ſie alle Eigenſchaften des Pyroxen beſitzt, worin er von Hrn. Hauy beſtätigt wurde, daher er ſie *Pyroxenfels (Pyroxène en roche)* nennt *).

Der Pyroxenfels iſt eine homogene Maſſe, von körnig-blättriger Structur, die in einigen Stücken ins Schiefrige übergeht, und mehrentheils von grüner Farbe. Folgendes iſt die Beſchreibung:

Farbe: *grün, braun* und *grau*, erſtere am gewöhnlichſten, letztere am ſeltenſten. Von *olivengrün* zieht ſie ſich durch zahlreiche Abſtufungen bis in das *Schmaragdgrün*, das bald hell, bald dunkel und manchmal von der gröſsten Reinheit iſt. Vom *grünlich grau* geht ſie auf einer Seite in *braunroth*, und auf der andern in *ochergelb* über.

Er kömmt nicht in regelmäſsigen Geſtalten vor.

Er iſt *glänzend*, manchmal *ſchimmernd*, mit Fettglanz, in manchen Abarten mit *Demantglanz.*

Er läſst ſich theilen parallel mit den Seitenflächen, den Grundflächen und der gröſsern Diagonale eines vierſeitigen, ſchiefen und ein wenig rhomboidalen Prisma, in welchem die Neigungen der Seitenflächen ungefähr 92 und 88 Grad betragen. Die natürlichen, den primitiven Seitenflächen parallelen Ablöſungsflächen ſind mehrentheils ſehr

*) Hrn. Hauy's *Pyroxène* (von ihm ſo genannt, weil der Augit ein Fremdling in den vulkaniſchen Producten iſt, in welchen er ſich häufig findet) begreift unter ſich die Werner'ſchen Gattungen, *Augit, Kokkolith, Diopſid* und *Sahlit.* *Gilbert.*

nett und leicht zu erhalten; die andern Ablösungsflächen nimmt man dagegen mehrentheils nur bei dem Scheine eines Lichtes wahr. Der *Bruch* ist folglich *blättrig*, fast immer mit *ebnen* Blättern, von *doppeltem* gleich vollkommnen Durchgang, und unter einem Winkel von ungefähr 92° sich durchkreuzend. Nach den andern Richtungen ist der Bruch muschlig oder unvollkommen blättrig.

Er ist von *körnig-abgesonderten Stücken* mit *eckigem* Korn von *mittlerer* Grösse und *klein*. Werden die abgesonderten Stücke so klein, dass das Auge sie nicht mehr wahrnehmen kann, so scheint der Pyroxenfels dicht zu seyn, wie das sehr häufig der Fall ist.

Er geht von dem stark *durchscheinenden* in das *undurchsichtige* über; ist ziemlich *hart*, indem er das Glas ritzt und einige Funken am Stahle giebt; ist *spröde*; giebt ein *graues Pulver*, das ein wenig ins Grüne spielt und sich mager anfühlt, und hat eine *mittlere Schwere*. Das specifische Gewicht beträgt 3,250 bis 3,33.

Einige Stücke phosphoresciren schwach, wenn man sie im Dunkeln mit einer stählernen Spitze reibt.

Salpetersäure löst ihn nicht auf. Vor dem *Löthrohre* schmilzt er ohne Zusatz äusserst leicht zu einem grünlichen Email. Vom Borax wird er leicht aufgelöst und giebt damit ein Glas von gleicher Farbe.

Hr. Vogel, der sich mit der Analyse eines sehr reinen Stücks Pyroxenfels von sehr schönem Grün, worin sich viele schmaragdgrüne Theile befanden, beschäftigt, diese Arbeit aber noch nicht vollendet hat, versichert, Chromium darin gefunden

zu haben *). Der färbende Stoff iſt in dem Pyroxenfels nicht gleichförmig vertheilt, denn die verſchiedenen Farben deſſelben wechſeln oft plötzlich, ohne daſs ſich eine Verſchiedenheit in den andern Kennzeichen findet, ſo, daſs man dieſe Gebirgsart, auf den erſten Anblick für eine gemengte halten ſollte. Der ſchmaragdgrüne Pyroxenfels ſchmilzt vor dem Löthrohr leichter als der braune und graue, und widerſteht der Verwitterung weit ſtärker.

Daſs dieſe Gebirgsart Pyroxen iſt, geht aus der obigen Beſchreibung genügend hervor, beide kom-

*) Hr. Vogel hat ſeine Analyſe in dem *Journ. de Phyſ.* 1813 Juin bekannt gemacht. Die ſchmaragdgrünen Punkte, mit denen der Pyroxenfels wie beſäet iſt, liefsen ihn auf Chromium rathen, und um ſich von der Gegenwart deſſelben zu überzeugen, glühte er den gepulverten Stein mit 3 Procent kauſtiſchem Kali. Die etwas geſchmolzene Maſſe war dunkler grün als zuvor, und färbte kochendes Waſſer, worein ſie gerührt wurde, ſchön grünlich gelb. Die Auflöſung behielt ihre Farbe beim Erkalten, wurde mit Salpeterſäure neutraliſirt leicht roſenroth (welches die Anweſenheit von Mangan beweiſt), und gab filtrirt mit Silber- und Queckſilber-Salzen rothe, und mit Blei gelbe Niederſchläge, welches die Anweſenheit von Chromium auſser Zweifel ſetzt. Folgendes ſind die Beſtandtheile, welche Hr. Vogel als Reſultate ſeiner Analyſe in 100 Theilen angiebt; ich füge unter I und II Vauquelin's Analyſe des *Augits* vom Aetna und des nordiſchen *Kokkoliths* bei.

		I		II
Kieſelerde	45 Theile;	52	;	50
Thonerde	1	$3\frac{1}{2}$	;	1,5
Kalk	19,5	13,2	;	24
Magneſia	16	18	;	10
Eiſenoxyd	12	$14\frac{2}{3}$	;	7
Chromoxyd	0,5	—		—
Manganoxyd	eine Spur	2	;	3
Verluſt	6	4,8	;	15
	100	100		100

Gilbert.

men mit einander in der mechaniſchen Theilung, dem ſpecifiſchen Gewichte, der Härte und dem Verhalten vor dem Löthrohr überein, und dieſe Uebereinſtimmung findet ſelbſt noch bei Zufälligkeiten Statt, wie die Abſonderung in körnige Stücke, welche für den Kokkolith ſo auszeichnend iſt, die Verſchiedenheiten der Farbe u. d. m.

Der Pyroxenfels findet ſich nicht immer rein, ſondern häufig mit andern Mineralien gemengt, die ihn abändern und faſt unkenntlich machen würden, ſähe man nicht, wie er ſich allmählig in ſie verwandelt. Sind z. B. die abgeſonderten Stücke wegen ihrer Kleinheit nicht mehr zu erkennen, ſo erſcheint er *dicht*, ohne Glanz und ſchmutzig grün, welches durch ein Zuſammenſchmelzen der verſchiedenen Farben entſteht, und ſich bei ordentlich kryſtalliniſchem Korne nicht findet.

Dem Pyroxenfels eingemengt ſind: 1) ein vollkommen ſchwarzes, mit Glasglanz ſtark glänzendes, in kleinen Theilen eingeſprengtes, undurchſichtiges Mineral von muſchligem Bruch, welches das Glas ſtark ritzt, ſpröde iſt, ein grünlich graues Pulver giebt, ſich mager anfühlt, leicht zu zerſprengen iſt, und auffallend dem *Gadolinit* gleicht, davon aber doch weſentlich verſchieden iſt, da es auf den Magnet nicht wirkt, ſelbſt nicht nach dem Glühen, und ſich in den Säuren nicht auflöſt; auch wird es durch Erwärmung nicht electriſch, und ſchmelzt nicht vor dem Löthrohr, wodurch es von dem *Turmalin* und dem *Allanit* hinlänglich unterſchieden wird. Hr. von Charpentier ſchlägt vor, es

Picotit zu nennen, zu Ehren des um die Naturgeſchichte der Pyrenäen und um ihn verdienten Hrn. Picot de Lapeyrouſe. Es iſt faſt in der ganzen Maſſe des Pyroxenfelſen verbreitet, doch in zu geringer Menge und in zu kleinen Theilen, um dieſen einen beſondern Charakter geben zu können; daher Hr. von Charpentier es unter die zufällig eingemengten Mineralien ſtellt. 2) *Hornblende (amphibole lamellaire)* doch ſelten. 3) *Speckſtein* und *Topfſtein* ſehr häufig. 4) *Amianth* und *gemeiner Asbeſt* ſehr ſelten und nur an einem Orte. 5) *Kohlenſaurer Kalk* manchmal in kleinen Körnern oder die Wände von Spalten überziehend.

Wo ſich dieſe Einmengungen finden, widerſteht der Pyroxenfels dem Einfluſſe der Atmoſphäre minder, als wo er rein iſt. In letzterm Falle wird er nur einige Linien tief von der Oberfläche an matt und bräunlich oder gelblich, indem das Eiſen, welches er enthält, ſich in ein Hydrat verwandelt. Dieſe Veränderung dringt aber tiefer ein, wenn er mit Talk gemengt und riſſig iſt. Sticht der Talk in der innigen Mengung vor, ſo nimmt das Ganze eine täuſchende Aehnlichkeit mit Serpentin an, doch erkennt man darin immer noch kleine Stückchen Pyroxen und Picotit.

Mehrentheils kömmt der Pyroxenfels geſchichtet vor, in 18 Zoll bis 2 Fuſs dicken Schichten, die Schichtung iſt aber wegen der vielen zufälligen, oft in beträchtlicher Länge parallellaufenden Riſſe ſchwer zu erkennen. Hr. von Charpentier hat in ihm weder fremde Lager noch Lagerſtätte von Erzen gefunden.

Der Pyroxenfels ist eingelagert in dem Urkalkstein, welcher grosse Gebirgsstrecken bildet, unmittelbar auf dem Granit aufliegt, und sich von dem Thale von *Vicdessos* im Arriège-Departement bis über *Saint-Beat* im Thale der Garonne zieht. In ihm findet sich der Pyroxenfels in paralleler, aber unterbrochener Schichtung, oder in sogenannten liegenden Stöcken, die in gröfsern oder kleinern Entfernungen von einander, in gerader Linie, nach der Richtung stehn, in welcher die Schichtung streicht, dem Streichen der Kalkschichten und dem Hauptstreichen der Pyrenäen parallel; d. h. von Ostsüdost nach Westnordwest. Ihr Fallen ist sehr verschieden, wie das der Kalksteinschichten; das gemeinste ist von 50 bis 60 Grad nach Süden. Diese Massen von Pyroxenfels sind von aufserordentlicher Gröfse; die gröfste findet sich am See Lherz, wo sie Felsen und kleine Berge bildet, über 5000 Toisen in der Länge, und über 300 Toisen in der Breite; eine Ausdehnung, welche allerdings berechtigt, den Pyroxenfels unter die Gebirgsarten zu setzen. Eine zweite sehr grosse Absetzung von Pyroxenfels findet sich in den Bergen des Thales von Vicdessos. Die Verwandtschaft desselben zum Talk bindet ihn einigermafsen an den Serpentin, und er scheint daher zwischen dem Serpentin und dem Urtrap stehn zu müssen, der sich so häufig dem Urkalk untergeordnet findet, und wovon hier ansehnliche Lager gemeinen und dichten Grünsteins vorkommen.

Was die Formation des Pyroxenfels und das Alter deſſelben betrifft, ſo iſt er gleichzeitig mit dem Urkalkſtein, der unmittelbar auf dem Granit gelagert iſt. Hrn. von Charpentier iſt keine andere Formation dieſer Gebirgsart, vorgekommen. Er glaubt darthun zu können, daſs der Urkalk älter als der Glimmerſchiefer der Pyrenäen iſt.

Ueber die Geſtalt, welche Gebirge haben würden, wenn ſie allein aus Pyroxenfels beſtänden, läſst ſich nicht urtheilen, da er dazu nicht weit genug verbreitet iſt. Auf der Gebirgsebne, auf welcher der See Lherz liegt, bildet er kleine ziemlich abgerundete Berge, die gröſstentheils mit Raſen bedeckt ſind. Südlich vom See ſteigt er aber in ſteilen und ſehr dürren Felſen an, und bildet ſo die ſüdliche Einfaſſung des ganzen Keſſels. Am Fuſs derſelben liegen zahlloſe Geſchiebe derſelben Felſenmaſſe mit noch ſcharfen Kanten, welche in ungeheuern Haufen den ganzen Raum zwiſchen der Felsmauer und dem See bedecken, und am Fuſse derſelben, beſonders am Waſſer des Sees finden ſich ſehr ſchöne Puddingſteine aus Pyroxenſtücken, von der Gröſse eines Sandkorns bis über mehrere Kubikfuſs groſs, häufig auch aus Stücken Urkalkſtein, und einem ſchneeweiſsen Kalkcement beſtehend. Sie haben häufig Höhlungen, die mit niedlichen Kalkſpathkryſtallen ausgekleidet ſind, und das verwitterte Anſehn der Pyroxentheile in ihnen zeigt, daſs dieſe lange einzeln gelegen haben, ehe ſie durch den Kalk zuſammen gekittet wurden.

V.

Auszug aus einem Briefe des Profeſſor Brandes an den Herausgeber.

(über Böckmann's Unterſuchungen der Wärmeleitung, Parrot's Theorie der Beugung des Lichtes und der farbigen Ringe, und von Sternſchnuppen).

Breslau im Januar 1814.

Ich habe in dieſen Tagen Hrn. Hofrath Böckmanns *Unterſuchungen über die Wärmeleitung* geleſen. Es iſt beinahe abſchreckend zu ſehen, in welches endloſe Feld von Beobachtungen man hier geführt wird, man möchte faſt wünſchen, Hr. Böckmann möchte, ohne ſeine Zeit an eine zu groſse Mannigfaltigkeit von Körpern zu verwenden, nur einzelne Zweige dieſer Materie verfolgen, da die ganze Unterſuchung vielleicht für einen Beobachter allzu unendlich iſt. Eine der merkwürdigſten Fragen ſcheint mir die zu ſeyn, warum die Reihenfolge der Körper in Hinſicht auf ihre Erwärmung und Abkühlung im Waſſer und im Queckſilber ſo gänzlich verſchieden iſt, von der Reihenfolge bei der Erwärmung und Abkühlung derſelben in der Luft. Kleine Unterſchiede in ihnen wollte ich nicht achten; denn dieſe könnten aller Vorſicht ungeachtet von Kleinigkeiten, vielleicht von einer mehr oder minder feſt anliegenden Thermometerkugel innerhalb der feſten Kugeln u. dergl. herrühren. In dieſer Hinſicht würde ich nicht verlangen, daſs vielerlei Hölzer und andere ähnliche Körper durchgegangen würden, ſondern nur ſo viele, als zur *Hauptangabe* nöthig iſt. Aber woher rührt jene gänzliche Umkehrung der Reihenfolge in dem einen und dem andern Falle?

So wenig ich geneigt bin, eine Beantwortung dieſer Frage wagen zu wollen, ſo möchte ich doch faſt vermuthen, in dem einen Falle ſey die Wärme, welche den Körper verläſst, mehr ſtrahlende, im andern Falle wirklich fortgeleitete. Der Ueberſprung von dem dichten Queckſilber und dem Waſſer zur Luft iſt ſo groſs, daſs dieſe vielleicht als leitend wenig in Betrachtung kömmt, und daſs bloſs ſtrahlende Wärme entweicht. Dieſes durch Verſuche geradezu auszumachen, ſcheint ſehr ſchwierig; denn wenn wir auch die Abkühlung in andern Gasarten oder im Vacuo unterſuchten, ſo würde das ſchwerlich etwas beſonders Merkwürdiges lehren *). Aber ſollte nicht die Unterſuchung über die gleichartigen Körper, deren Oberfläche verſchieden an Politur, Farbe etc. ſind, hier etwas ergeben? Ich bin geneigt zu glauben, daſs die durch Fortleitung entweichende Wärme ganz oder beinahe dieſelbe bleibt, die Oberfläche mag glatt oder rauh, gefärbt oder ungefärbt ſeyn, ſobald nur die Farbenhülle nicht als ein neuer Körper, als eine Hülle wirkſam oder hindernd iſt; dieſe Unterſchiede wirken aber bei der ſtrahlenden Wärme mächtig ein. Hätte ich hierin Recht, ſo würde ſchnellere Abkühlung bei dem mit Tuſche geſchwärzten Wismuth nicht Statt finden, wenn man ihn im Queckſilber abkühlen lieſse. Verſuche der Art lieſsen ſich nun eine hübſche Reihe vorſchlagen, da hier Politur, Farbe, Unterſchied einer

*) Verſuche im wahren Vacuo möchten doch nicht unintereſſant ſeyn. Soviel ich einſehe, könnte hier von Ableitung im eingeſchränktern Sinne gar nicht die Rede ſeyn, ſondern bloſs von ausſtrahlender Wärme, und ſo wäre wenigſtens das, was wir zu trennen wünſchen, hier ſo rein als möglich getrennt. Verſuche im Vacuo wären etwas ſchwierig, aber wenn man Körper erhitzen will, wenigſtens nicht unmöglich, da man in einem Recipienten den zu erhitzenden Körper einſchlieſsen, die Luft möglichſt rein auspumpen, und dann den Recipienten, der nicht groſs ſeyn müſste, ablöſen und erhitzen könnte. Bei der Abkühlung möchte es ſchwerer gehn, wenn man nämlich einen erhitzten Körper für ſich allein ins Vacuum bringen wollte. Wiefern die Abkühlung des ganzen eben angedeuteten Apparats brauchbare Reſultate geben könnte, kann ich nicht überſehn. *Br.*

glänzenden oder nicht glänzenden Farbendecke u. ſ. w. berückſichtigt werden, und man die verſchiedenen Kugeln in Luft, Waſſer und Queckſilber erhitzen und erkälten muſs. Hieher gehört auch ein ganz dünnes Beſtreichen mit Fett oder ähnlichen Dingen, die nicht durch Verdampfung oder bekannte phyſiſche Einwirkung eine Aenderung hervorbringen könnten.

Die Verſuche mit wirklichen Hüllen von Wolle, Leder etc. ſcheinen mir eine ganz eigene Reihe zu bilden, die ich nicht mit jenen unter eine Rubrik bringen würde; hier iſt offenbar die Dicke der Hülle und ihr gröſseres oder geringeres Vermögen, die Wärme ſchnell durch zu laſſen, in Betrachtung zu ziehen, und wenn man hier Vergleichungen bei der Eintauchung in Flüſſigkeiten machen wollte, müſsten dieſes nur Flüſſigkeiten ſeyn, welche jene Hülle nicht durchnäſsten.

Die Verſuche über das Erkalten gleichartiger Körper von ungleicher Figur ſcheinen mir einer beſonders vorſichtigen Anordnung zu bedürfen, wenn man hier nicht ſich in unendliche Mannigfaltigkeit verlieren ſoll. Zuerſt würde ich nun freilich, meinen vorigen Ideen getreu, fragen: ob der Unterſchied der Geſtalt bei der abgeleiteten Wärme eben ſo ſtark wirkſam iſt, als bei der ſtrahlenden, und zu dieſem Ende ganz gleichartige Körper, den einen kugelförmig, den andern etwa tetraëdriſch, in Luft, Waſſer und Queckſilber erhitzen und erkälten. Das Tetraëdrum hat unter allen regulären Körpern die ſchärfſte Spitze. Hier iſt nun die Frage, wie ſoll man die Maſſe oder Gröſse der verglichnen, ungleich geformten Körper beſtimmen? Man könnte 1. die Maſſen gleich nehmen, alſo gleich viel Materie in eine Kugel und in ein Tetraëder formen; man könnte 2. die Abſtände der Thermometerkugel von der nächſten äuſsern Wand gleich nehmen (dann iſt das Tetraëder das um die Kugel conſtruirte); man könnte 3. (wohl mit dem wenigſten Rechte) die Oberfläche gleich nehmen. Beſſer würde es wohl ſeyn, aus Verſuchen mit einer vollſtändigen Reihenfolge ungleich groſser Kugeln eine *Berechnung* (wo möglich!) herzuleiten, wie die Abkühlung ſeyn

ſollte, in einem anders geformten Körper. Es iſt zwar wahr, daſs man nicht wagen darf das Tetraëder anzuſehn, als ob es aus unendlich vielen Kugelausſchnitten, deren Halbmeſſer ungleich wären, beſtände, und als ob jeder dieſer Ausſchnitte für ſich erkaltete. Denn offenbar theilen die benachbarten, ungleich erkaltenden Ausſchnitte ſich einander Wärme mit. Aber es lieſse ſich doch vielleicht ſo irgend eine Idee faſſen, die leitend zur Vergleichung dienen könnte. Wichtig möchte es hierbei ſeyn zu unterſuchen, ob das Abſtumpfen der Spitzen, wenn dabei die Maſſe nicht erheblich vermindert wird, der Wärmeleitung hinderlich oder förderlich iſt? eine Frage, die wenigſtens durch Vergleichung mit electriſchen Phänomenen nicht als ganz unzuläſſig erſcheint.

Doch ich will Sie mit dieſen Fragen und Vermuthungen nicht länger aufhalten. Die Sache ſcheint mir vieler Aufmerkſamkeit werth, aber ich wünſchte, daſs Hr. Hofrath Böckmann ſich nicht durch eine Wiederholung an allzu vielerlei Körpern zerſtreute, ehe nicht noch einige Hauptgeſetze aufgefunden ſind.

Ueber einen andern Gegenſtand habe ich ſchon lange den Vorſatz gehabt, Ihnen einige Bemerkungen mitzutheilen, nämlich über *die Theorie der Beugung* des Lichts, welche Hr. Hofr. Parrot in Dorpat in ſeinem Lehrbuche der Phyſik vorgetragen hat. Ich verehre Hrn. Parrot's Verdienſte gewiſs recht ſehr, aber in dieſer Lehre muſs ich ihm geradezu widerſprechen, und werde ſuchen meinen Widerſpruch mit Gründen zu belegen. Hr. Parrot ſetzt mit vieler Wahrſcheinlichkeit voraus, daſs die Körper, in deren Nähe die Beugung des Lichtes vorgeht, erwärmt und folglich mit einer verdünnten Luft umgeben ſind, daſs die nächſten Schichten an dem Körper am meiſten verdünnt ſind, und daſs in der Entfernung die Dichtigkeit nach einem hier weiter nicht in Betrachtung kommenden Geſetze zunehmen. Stellt alſo in der beiliegenden (mit Hrn. Parrots Fig. 38. correſpondirenden) Figur 1. Taf. II. *A* den Querſchnitt des Haares in dem bekannten Verſuche vor, ſo bezeichnen die concentriſchen Kreiſe jene Schichten, die deſto dünner ſind, je näher ſie

der Oberfläche des Haares liegen. Unter den in dieſe Atmoſphäre an verſchiedenen Stellen parallel einfallenden Lichtſtrahlen *fa*, *ge*, *hi*, dringe *fa* am tiefſten in die verdünnten Schichten ein; er wird am meiſten gebrochen, bildet eine gegen das Haar convexe Krümmung, verläſst dieſe Atmoſphäre bei *b*, und geht nun geradelinigt nach *bB* fort. Ein andrer Strahl *ge*, der dem Haare nicht ſo nahe kömmt, leidet eine ſchwächere Brechung, und geht nach *kD* fort, ſo daſs er in *D* näher zum Schatten des Haares hinfällt, als der erſtere, der nach der Stelle des Einfallens zu urtheilen, dem Schatten näher liegen ſollte. Ein dritter *hi* geht faſt ganz ungebrochen, faſt geradelinigt nach *E*, und liegt nun dem Schatten näher als irgend einer der vorigen. Der Schatten alſo, der bei geradelinigtem Fortgang der Lichtſtrahlen ſich nur bis *F* erſtrecken würde, erſcheint als breiter und reicht bis an *E*.

Dieſes alles iſt ganz richtig, und ſo wäre eine Erſcheinung, die bei der ſogenannten Beugung vorkömmt, richtig erklärt. Aber nun geht Hr. Parrot weiter und ſagt: zwiſchen *E* und *D* und zwiſchen *D* und *B* liegen auch Schattenſtellen; und hieraus ſoll das Erſcheinen von Lichtringen um den Schatten erklärt werden. Dieſes iſt nun gewiſs unrichtig. Denn es ſind nicht jene drei Strahlen allein, welche auf den Gegenſtand einfallen, ſondern der ganze Raum *faih* iſt ja mit unzähligen parallelen Strahlen gleichſam erfüllt, und es werden alſo ſchon wegen dieſer Strahlen, die nun in umgekehrter Ordnung zwiſchen *BDE* ihr Licht hinbringen, hier keine Schattenſtellen vorkommen. Iſt das, was Hr. Parrot als Urſache des breitern Schattens annimmt, wirklich die Urſache, ſo läſst ſich wohl einſehen, daſs irgendwo zwiſchen *E* und *B* ein Lichtring erſcheinen kann, aber zu mehrern iſt kein Grund vorhanden. Einer entſteht deswegen, weil nach *D* nicht bloſs der vorhin betrachtete Strahl gelangt, ſondern zugleich der gerade fortgehende *pD*; nach *B* auch der gerade fortgehende *qB*; nach *E* hingegen der einzige erſte neben der Atmoſphäre hin gerade fortgehende *hE*. Von *E* an muſs alſo ein Wachſen der Erleuchtung Statt finden,

und zwar ein allmähliges und fortgehendes Wachſen, weil die gekrümmten Strahlen ſich deſto näher an einander drängen, je mehr ſie gebrochen worden ſind; und es ſcheint daher, daſs die ſtärkſte Erleuchtung bei *B* ſeyn und dort ein plötzlicher Abfall des Lichtes merklich werden müſſe. Ich ſehe alſo nicht ein, wie wir mehr als einen Lichtring bekommen ſollten.

Kann aber dieſer einzige Ring farbigt erſcheinen? Dieſe Frage iſt etwas ſchwieriger als die vorige; ich will über ſie nicht entſcheiden, ſondern nur meine Gedanken zur Prüfung vorlegen. Der bei *a* eintretende Strahl wird in farbige Strahlen zerlegt, und zwar nähert ſich der rothe dem Haare am meiſten; aber nun entſteht erſtlich die Frage: ob nicht des zunächſt an *fa* liegenden Strahls (nämlich desjenigen Strahls, der dem Haare näher iſt,) violetter Theil noch bei dem Haare vorbei gebrochen und folglich mit dem roth des vorigen vermiſcht wird? Ich ſehe keinen Grund, warum das nicht ſeyn ſollte, und ſchon deshalb würden, glaube ich, die Farben nicht deutlich werden, da eben dieſs Vermiſchen nun für alle folgende Strahlen Statt findet. Aber ſelbſt davon abgeſehen zweifle ich, daſs der Strahl *fa* in *B* ein farbiges Bild liefert. Die verſchiedenen Farbeſtrahlen, die bei *n* anfangend innerhalb der Atmoſphäre des Haars fortgehn, durchlaufen eine Curve, deren beide Hälften von dem Puncte an, wo ſie dem Haare am nächſten ſind, ſymmetriſch ſeyn werden. Soviel ich einſehe, wird der Punct jener nächſten Conjunction für alle aus demſelben Strahle *fa* herrührenden Farbeſtrahlen auf einerlei Radius liegen, d. i. die Scheitel der verſchiedenen Trajectorien liegen alle auf demſelben Radio; und wenn das iſt, ſo kann der Durchſchnitt der Farbeſtrahlen nicht, wie Hr. Parrot zeichnet, in *d* fallen, ſondern er fällt in *b*. Iſt nun in dieſen Schlüſſen kein Irrthum, ſo werden alle jene Trajectorien, weil ſie in *a* eine gemeinſchaftliche Tangente hatten, auch in *b* eine gemeinſchaftliche Tangente haben, und alſo die getrennten Strahlen hier wieder vereint, als weiſser Strahl erſcheinen.

Ich überlaſſe Ihnen und recht gern auch Hrn. Hofr. Parrot ſelbſt die Prüfung dieſer Schlüſſe, und werde mich gern von meinem Unrecht überzeugen laſſen, wenn ich Fehlſchlüſſe gemacht habe. Die Sache ließe ſich einer mathematiſchen Berechnung unterwerfen, wenn man irgend ein Geſetz der Dichtigkeiten als Hypotheſe annähme; aber ich glaube, es bedarf der Mühe nicht, da mir meine geometriſchen Schlüſſe, obgleich ſie der geometriſchen Eleganz entbehren, doch hinreichend ſcheinen.

Hr. Parrot hat auch verſucht, ein andres, noch ſchwierigeres Problem zu löſen, nämlich, woher die *Farbenringe zwiſchen Glaslinſen* rühren? die Erſcheinung, welche Newton aus abwechſelnden Anwandlungen des Lichtes, leichter hindurch zu gehn und leichter zurückgeworfen zu werden, erklärt *). Auch hier bin ich nicht ganz mit ihm einſtimmig. Der einfallende Strahl *ab*, Fig. 2, mag allerdings, weil die Ebne *CB* erwärmt iſt, in Farbeſtrahlen gebrochen werden, wie *bc*, *be*; aber bei der Reflexion geht der rothe Strahl nach *cdr* fort, und *dr* macht mit der Ebne *BC* einen eben ſo groſsen Winkel als *ab*, weil wieder die Trajectorie *abc* der *cdr* ſymmetriſch iſt. Aus eben dem Grunde iſt *ev* eben ſo geneigt gegen die Ebne wie *ab*, und folglich ſind *dr*, *ev* parallel. Dieſes läſst ſich völlig Euklidiſch beweiſen. Hieraus aber folgt, daſs *dr*, *ev* ſich gar nicht ſo ſchneiden können, wie Hr. Parrot annimmt, und daſs alſo ſelbſt beim völlig iſolirten Strahle hier keine Farben entſtehen. Eben ſo leicht läſst ſich zeigen, daſs die Strahlen *bc*, *bc*, wenn ſie durch die Platte *CB* durchgehn und dort gleich erwärmte Luftſchichten finden, nach allen Brechungen wieder parallel jenſeits fortgehn müſſen, und auch iſolirt keine Farben geben können.

Es iſt nun zu unterſuchen, was geſchieht, wenn die Glasplatten ſchief gegen einander geneigt ſind?

*) Und mit der Herſchel's intereſſante Unterſuchungen ſich beſchäftigen, deren erſten Theil ich den Leſern in St. 1 dieſes Jahrgangs vorgelegt habe, und deren zweiten von jenem unabhängigen Theil eins der folgenden Stücke bringen wird. G.

Sind ſie ſo weit von einander entfernt, daſs jene erwärmten Schichten oder Atmoſphären einander nicht erreichen, ſo werden die getrennten Farbeſtrahlen nach dem erſten Durchgange wieder parallel, folglich auch nach dem erſten Zurückprallen, und nach dem zweiten Durchgange abermals; es kann alſo nichts von Farbenringen erſcheinen. Und das verhält ſich auch wirklich ſo. Um zu überlegen, was ſich da ereignet, wo die Atmoſphären in einander greifen, muſs ich, was dort in einem engen Raume vorgeht, ein wenig ins Groſse zeichnen, und es wird mir erlaubt ſeyn, um die Darſtellung zu erleichtern, eine Hypotheſe anzunehmen, die freilich mit der Wahrheit nicht genau übereinkömmt, aber doch den Erfolg wohl eben ſo ergeben müſste, wie die Umſtände, welche in der Natur da ſind. Es ſey nämlich in Fig. 3 *AB* die eine, *CD* die andre Glasplatte, ſo nehme ich an, die verdünnte Atmoſphäre erſtrecke ſich in dem auſserhalb liegenden Raume bis an *EF*, *GH*, und es ſey das zwiſchen *EF*, *AB* und zwiſchen *CD*, *GH* befindliche Medium homogen, ſo daſs die Brechung auf einmal in den Ebnen *EF*, *GH* geſchehe. Für den innern Raum nehme ich, da wo die Platten noch weit von einander abſtehen, eben ſolche homogene, verdünnte Media bis an *IK*, *LK* an; von *K* nach *BD* zu aber denke ich mir ein Medium, das deſto dünner wird, je mehr man ſich dem Durchſchnittspuncte der Ebnen *AB*, *CD* nähert. Wenn nun *ab*, *lm* zwei parallel einfallende Strahlen ſind, ſo wird der erſtere in *b* in Farbeſtrahlen zerlegt; der violette *bd* gelangt bei *d* wieder in gewöhnlich dichte Luft, und iſt daher in *df*, und endlich wieder in *gi* mit *ab* parallel, weil er in die wegen der Nähe der Platten ungewöhnlich verdünnte Luft gar nicht gelangt. Der andere Strahl *lm* wird in *m* ebenfalls zerlegt, und wenn wir blos ſeinen violetten Theil *mn* verfolgen, ſo iſt dieſer zuerſt mit *bd* parallel; er leidet aber in *n* eine neue Brechung, weil der Raum *no* ein noch dünneres Medium erhält. Die Richtung von *no* wird divergirend von *bd*, alſo noch weit mehr divergirend von *df*; dieſe Divergenz kann durch die folgenden Brechungen gar nicht aufgehoben werden, und

pq divergirt alſo von gi., Daſs die Divergenz nicht aufgehoben wird, läſst ſich ſo erweiſen. Es heiſse φ der Winkel, den ab, lm mit dem Einfallsloth auf EF machen, und α der Winkel, den die beiden Glasplatten einſchlieſsen, ſo macht gi mit dem Einfallsloth auf CD den Winkel $\varphi - \alpha$. Iſt nun $mnA = 90° - \omega$, und das Brechungsverhältniſs ſo, daſs $\sin. \omega - m . \sin. \varphi$ iſt, ferner $onB = 90° - \psi$, und bei der neuen Brechung das Verhältniſs ſo, daſs $\sin. \psi = n . \sin. \omega = m . n \sin. \varphi$; ſo wird $\cos. poD = \frac{1}{n} \sin. (\psi - \alpha)$, und der Winkel, den pq mit dem Lothe auf CD macht, $= v$ geſetzt, $\sin. v = \frac{1}{m.n} \sin. (\psi - \alpha) = \frac{1}{m.n} (\sin. \psi \cos. \alpha - \cos. \psi \sin. \alpha) = \sin. \varphi \cos. \alpha - \frac{\cos. \psi \sin. \alpha}{m.n}$. Nun iſt $\psi > \varphi$, alſo $\cos. \psi < \cos. \varphi$; $mn > 1$, alſo $\frac{\cos. \psi}{m.n} < \cos. \varphi$, folglich $\frac{\cos. \psi \sin. \alpha}{m.n} < \sin. \alpha \cos. \varphi$, folglich $\sin. v > \sin. (\varphi - \alpha)$; die Strahlen divergiren alſo.

Was nun hier geſchieht, wenn der eine Strahl gar nicht in den Raum KBD gelangt, das wird, wenn auch in vermindertem Maaſse, ebenfalls geſchehn, wenn jener erſte Strahl zwar in jenen Raum eindringt, aber näher bei K bleibt, wo die Erwärmung geringer, und die Brechung ſchwächer iſt. Jenes Aufeinanderfallen der Farbenbilder, ſo wie Hr. Parrot es will, ſcheint mir alſo noch gar nicht erwieſen.

Es iſt die Abſicht dieſer flüchtigen Bemerkungen, Hrn. Hofrath Parrot zu klareren Erörterungen zu veranlaſſen, deren dieſe Anſicht, wenn ſie ſich retten läſst, noch ſehr zu bedürfen ſcheint *); ich glaube, daſs ich mich wenigſtens deutlich erklärt habe, und das wird für den Zweck wohl hinreichend ſeyn.

*) Wobei die Herſchel'ſchen Unterſuchungen nicht zu überſehn ſeyn dürften. G.

Ich mache mir einige Hoffnung, vielleicht gegen den nächſten Herbſt eine Geſellſchaft von Perſonen zuſammen zu bringen, die an vier oder fünf Orten einige Abende an die Beobachtung der Sternſchnuppen wenden werden. Sollte es nicht möglich ſeyn, die Kette der Beobachtungspuncte bis nach Leipzig und Berlin auszudehnen? Ich bitte Sie, zur Theilnahme hieran aufzufordern. Da unſere Erkenntniſs dieſer Erſcheinungen noch ſo höchſt unvollkommen iſt, ſo ſcheint es mir nicht unnütz, ihnen einige Zeit zu opfern; jedoch werde ich das nicht eher thun, und auch fremde Anerbietungen nicht eher annehmen, bis wenigſtens an 5 oder 6 Orten, die in mäſsigen Diſtanzen liegen, zugleich beobachtet werden kann. Wenn das geſchieht, ſo darf man nicht fürchten, daſs zu viel Zeit verloren werde. Sollte etwas der Art zu Stande kommen, ſo erlauben Sie mir, Vorſchläge zur gemeinſchaftlichen Anordnung der Beobachtungen zu thun, damit ſo wenig Zeit als möglich verloren, und auch die Berechnung auf eine gute Weiſe, ohne einen Einzelnen zu ſehr zu beläſtigen, ausgetheilt werde *).

H. W. Brandes.

*) Freunde der Phyſik, welche häufigere Gelegenheit haben, Abende im Freien zuzubringen, als das in gröſsern Städten der Fall zu ſeyn pflegt, und die an den zwar beſchwerlichen, aber auch ergötzenden Beobachtungen der Sternſchnuppen Antheil nehmen wollen, erſuche ich, Hrn. Prof. Brandes, oder mich davon zu benachrichtigen, damit gemeinſchaftlich verfahren werden könne. G.

VI.

Catalog von optiſchen, mathematiſchen und phyſikaliſchen Inſtrumenten, welche in C. H. Pistor's Werkſtatt verfertigt und zu den beigeſetzten Preiſen verkauft werden, in Berlin, Mauerſtraße No. 34.

[Dieſe einfache Nachweiſung wird zum Ruhm dieſer ſich jährlich erweiternden und vervollkommenden Werkſtatt mehr ſagen, als was ich empfehlend hinzufügen könnte. G.]

1) Optiſche Inſtrumente.

Achromatiſche Fernröhre mit 2fachen Objectiven.

5füſsige $3\frac{3}{4}$ Zoll Oeffnung, Rohr und Statif von Mahagoni, mit Schleif-Röhren (*Sliding roads*) und horizontaler ſo wie verticaler Bewegung durch Schrauben (*Rakwork*), mit 5 aſtron. und 2 terreſtr. Ocularen. 400 Rthlr.

$3\frac{1}{2}$füſsige, $2\frac{3}{4}$ Zoll Apertur, in Mahagoni-Rohr, auf meſſingnem Fuſs, mit horizontaler und verticaler Bewegung durch Schrauben, mit 3 aſtron. u. 2 terreſtr. Ocularen. 130 Rthlr.

— $3\frac{1}{3}$ Zoll Apertur, in meſſingnem Rohr, auf Mahagoni-Stativen mit Schleifröhren. 220 Rthlr.

$2\frac{1}{2}$füſsige, $2\frac{1}{4}$ Zoll Apertur, ganz in Meſſing, die verticale Bewegung nach Ramsden mit Zahn und Trieb, mit 2 aſtron. und 2 terreſtr. Ocularen. 100 Rthlr.

18zöllige, $1\frac{5}{4}$ Zoll Apertur, in Meſſing und auf Statif, mit 2 aſtron und 1 terreſtriſchem Ocular. 60 Rthlr.

Auszugs-Fernröhre (military teleſcops).

30zöllige mit 5 Auszügen, 30 Rthlr.

24zöllige mit 3 Auszügen, 22 Rthlr.

15zöllige mit 3 Auszügen 15 Rthlr., mit 2 Ausz. 13 Rthlr.

12zöllige mit 3 Ausz. 10 Rthlr., mit 2 Ausz. 8 Rthlr.

Galiläiſche Fernröhre, mit 2 concaven Oculären in Meſſing, 6zöllige 9 Rthlr., 4zöllige 6 Rthlr.

Opernkuker, achromatiſche, in Melling mit 6 bis 8 Auszügen 8 bis 10 Rthlr., kleinere 6 Rthlr.

— nicht-achromatiſche, mit 6 bis 8 Auszügen 5 bis 6 Rthlr. mit 5 Auss. 4 Rthlr.

Brillen in Silber, mit doppelten Bügeln und centrirten Gläſern, 6 Rthlr.

— in Stahl, mit doppelten Bügeln 2 Rthlr. 16 Gr., mit einfachen 2 Rthlr.

Lorgnetten in Silber, Schildkröt und Horn, nach Verſchiedenheit von 3 bis 10 Rthlr.

Microſcopia compoſita, nach Jones, beſter Art, den Fuſs zum Zuſammenlegen, 75 Rthlr., zweiter Art 50 Rthlr.

Einfache Microſcope nach Ellis, für durchſ. und undurchſ. Gegenſtände und zu anatom. u. botan. Beobachtungen auf das bequemſte eingerichtet, die Bewegungen alle mit Zahn und Trieb, wozu 6 Linſen nach Lieberkühns Art gefaſst, im Mahagoni-Kiſtchen, 35 Rthlr.

Sonnen-Microſcope für durchſichtige Gegenſtände, nach Verhältniſs des Apparats 40 bis 70 Rthlr., für durchſichtige und undurchſichtige Gegenſtände 75 Rthlr.

Lampen-Microſcope nach Adams und Jones, nach Verhältniſs der Vollſtändigkeit des Apparats von 80 bis 120 Rthlr.

Camera lucida mit concavem und convexem Vorſetzglaſe, nach Wollaston, mit Zwinge und Schraube, 12 Rthlr.; mit einem Klötzchen zum Aufſetzen auf das Reiſsbret 10 Rthlr.

— ohne jene Gläſer, für Kurzſichtige im Verhältniſs ihres Auges hohl geſchliffen; (*Wollaston's periſcopiſche Camera lucida.*) 10 Rthlr.

Camera obſcura beſter Art, mit Plan- und Parallel-Spiegeln nach Wollaston periſcopiſch eingerichtet, im Mahagoni-Kiſtchen zum Zuſammenlegen, gr. Folio-Format 35 Rthlr.; kleinere ſehr tragbare, nach einem Ramsden'ſchen Modell, 28 Rthlr.; ordinäre 15 Rthlr.

Prismen aller Art, zu Newton's und Dollond's Verſuchen aptirt, von verſchiednen Dimenſionen und Winkeln, von 1 bis 12 Rthlr.

Herſchel'ſche Spiegel-Teleſcope mit Zubehör, in Mahagoni,
7füſsige, 8 bis 9 Zoll Apertur, 400 Rthlr.
4füſsige, 7 Zoll Apertur, 200 Rthlr.
$1\frac{3}{8}$ füſsige, 5 Zoll Apertur, 60 Rthlr.
Gröſsere von 13 Fuſs und darüber, nach Verhältniſs der Aperturen und des Apparats 7 bis 800 Rthlr.

---

2) Mathematiſche und aſtronomiſche Inſtrumente.

Spiegel-Kreiſe, nach Borda und der neuſten Conſtruction, von 4 bis 10 Zoll, 60 bis 150 Rthlr.

Theodoliten, repetirend, von 6 bis 10 Zoll, 120 bis 200 Rthlr.

Borda's *Repetitions-Kreiſe*, von 4 bis 12 Zoll, auf franzöſ. Stativen, und auch nach Bohnenberger's und Baumann's Einrichtungen, von 130 bis 300 Rthlr.

Spiegel-Sextanten in Meſſing, von 5 bis 10 Zoll, 60 bis 120 Rthlr.

Doſen-Sextanten mit Fernrohr, auf Silber getheilt, 25 Rthlr. ohne Fernrohr 20 Rthlr.

Spiegel Sextanten in Holz, Mahagoni oder Nuſsbaum, mit elfenbeinernem Limbus und Dioptern, 18 Rthlr.

Künſtliche Horizonte mit Plan- und Parallel-Spiegeln nebſt Libelle im Kiſtchen, 22 Rthlr.

Ein Dach mit Parallel-Gläſern für Queckſilber- oder Oehl-Horizonte, 18 Rthlr.

Aequatorial- und *Kreis-Inſtrumente* aller Art, auf Beſtellung, zu verſchiednen Preiſen.

Reflexions-Goniometer nach Wollaſton, 4zöllig, 18 Rthlr.

Niveaux zu verſchiednen Preiſen, nach den neuſten und beſten Einrichtungen, von 50 bis 150 Rthlr.

Paſſage-Inſtrumente, 3 bis 5füſsige, von 150 bis 400 Rthlr.

Declinatoria und *Inclinatoria* nach Borda, 125 Rthlr.

Declinatoria nach Prony, mit einem Fernrohr, 25 Rthlr.

Bouſſolen, nach verſchiednen Einrichtungen, 60 bis 90 Rthlr.

Compaſſe zum Orientiren, in Silber montirt, 7 Rthlr.

Meſstiſche mit Bouſſolen, Fernröhren, auch mit Diopter-Linealen, Index-Dioptern etc., von 15 bis 40 Rthlr.

Pantographen (*Storchſchnäbel*) zum Verkleinern oder Vergröſſern von Planen, Profilen u. dergl. in Meſſing. 25 bis 50 Rthlr.

Meſs-Stäbe. 2 bis 6 Rthlr.

Meſs-Ketten, von 20 bis 130 Rthlr.

Stangenzirkel mit Micrometer-Schraube und Microscopen 25 Rthlr.

Comparateurs nach Troughton und Ramsden, zur Vergleichung verſchiedener Maaſse. 45 Rthlr.

Groſse Waagen zum chemiſchen Gebrauch nach Ramsden, Tralles und Mendelsſohn. 300 Rthlr. Einfachere nach Tralles, von 40 bis 120 Rthlr.

Gewichte, ein Satz franzöſiſche, die Theilung eines Kilogramms bis zur Gramme enthaltend, 12 Rthlr.

Ein Satz die Theilung der Gramme bis zum Milligramm enthaltend, 2 Rthlr.

Ein Kilogramm-Modell. 4 Rthlr.

Ein engliſch Troy-Gewicht-Modell. 3 Rthlr.

Alkoholometer nach Tralles und Atkins für die Temperaturen von 50 bis 70° F., mit Thermometer und Gefäſs, 10 Rthlr.

Hydroſtatiſche Waagen nach Tralles, mit reducirtem Gewicht, 10 Thlr.

Nach Ciarci mit zwei Spindeln und reducirtem Gewicht, 12 Rthlr.

(Beide geben unmittelbar die ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkeiten an, und die letztern ſind, weil ſie ganz von Glas ſind, ſelbſt in Säuren und bei allen Arten von Flüſſigkeiten anwendbar).

---

3) Phyſikaliſche und meteorologiſche Inſtrumente.

Electricität.

Electriſche Maſchinen nach van Marum; mit 28zölliger Scheibe, 280 Rthlr. Mit 30zölliger Scheibe, 330 Rthlr.

Electriſche Batterien, nach van Marum, mit 9 Flaſchen, 90 Q. Füſs Belegung, 100 Rthlr. Kleinere, nach Verhältniſs von 30 bis 60 Rthlr.

Alle Arten dazu gehörigen Apparats, als: Electrometer, Duplicatoren, Condenſatoren etc. zu verſchiedenen Preiſen.

Galvanismus.

Trog-Apparate von 50 Paar Zink- und Kupferplatten zu 8 Zoll im Quadr. 90 Rthlr. Zu 4 Zoll im Quadr. 50 Rthlr. Ganz kleine in verſchiedenen Maaſsen und Preiſen.

(Alle dieſe Apparate haben Tröge von gebranntem Thon, und ſind in derſelben Art wie Davy's Batterie conſtruirt).

Magnetismus.

Künſtliche Magnete, in Stäben und Sätzen von mehrern Stäben, von 12 bis 70 Rthlr.

Hufeiſen-Magnete von 1 bis 5 Rthlr.

— Dergleichen zu mehrern verbunden, von 5 bis 100 Rthlr.

Luftpumpen.

Eine Luftpumpe zum Evacuiren und Comprimiren nach van Marum, mit Hahn und einem Stiefel, 300 Rthlr.

Eine kleine nach Dollond, mit 2 Stiefeln und Blaſen-Ventilen, der Teller abzuſperren von der Pumpe, 60 Rthlr.

— Dergleichen etwas gröſser, vorzüglich zu Vorleſungen brauchbar, 90 Rthlr.

Barometer.

Heber-Barometer ganz neuer Conſtruction, mit durchaus meſſingner Scala, doppeltem Nonius, Millimeter oder Theile Pariſer Zolle angebend, 24 Rthlr.

Reiſe Barometer nach Troughton, ganz in Meſſing montirt, mit Thermometer und Stativ, 50 Thlr.

— Dergleichen, *a niveau conſtant*, nach einer neuen Einrichtung, mit Thermometer und doppelter Scala, entweder engl. und franz. Zolle oder Millimeter und franz. Zolle angebend, 20 Rthlr.

— Dergleichen nach Englefield in Form eines Stocks, das Thermometer zugleich detachirt zu gebrauchen, nach engliſchem oder neu franzöſiſchem Maaſs bis 24 Pariſer Zoll abwärts getheilt, 18 Rthlr. Bis 18 Pariſer Zoll abwärts getheilt, 20 Rthlr.

— Dergleichen nach Englefield, in flachen Mahagony-Faſſungen, mit doppelter in Beziehung auf das Steigen des ☿ im Gefäſs reducirten Scala, bis 18 Pariſer Zoll abwärts getheilt; der eine Thermometer im Gefäſs ſelbſt befeſtiget, giebt die Temperatur des Queckſilbers unmittelbar an, und

ein zweites detachirtes Thermometer die Temperatur der Luft, 22 Rthlr.

Thermometer.

Thermometer beſter Art, nach Cary, mit Nonius, Microscop und Micrometer-Schraube, zur genauen Auffindung des Siedpunkts eingerichtet, die Röhre mit Microscopen calibrirt, 28 Rthlr.

— Dergleichen minder complicirt, jedoch mit Nonius und Microscop, 12 Rthlr.

— Dergleichen kleinere in Mahagony-Kiſtchen, 5 Rthlr.

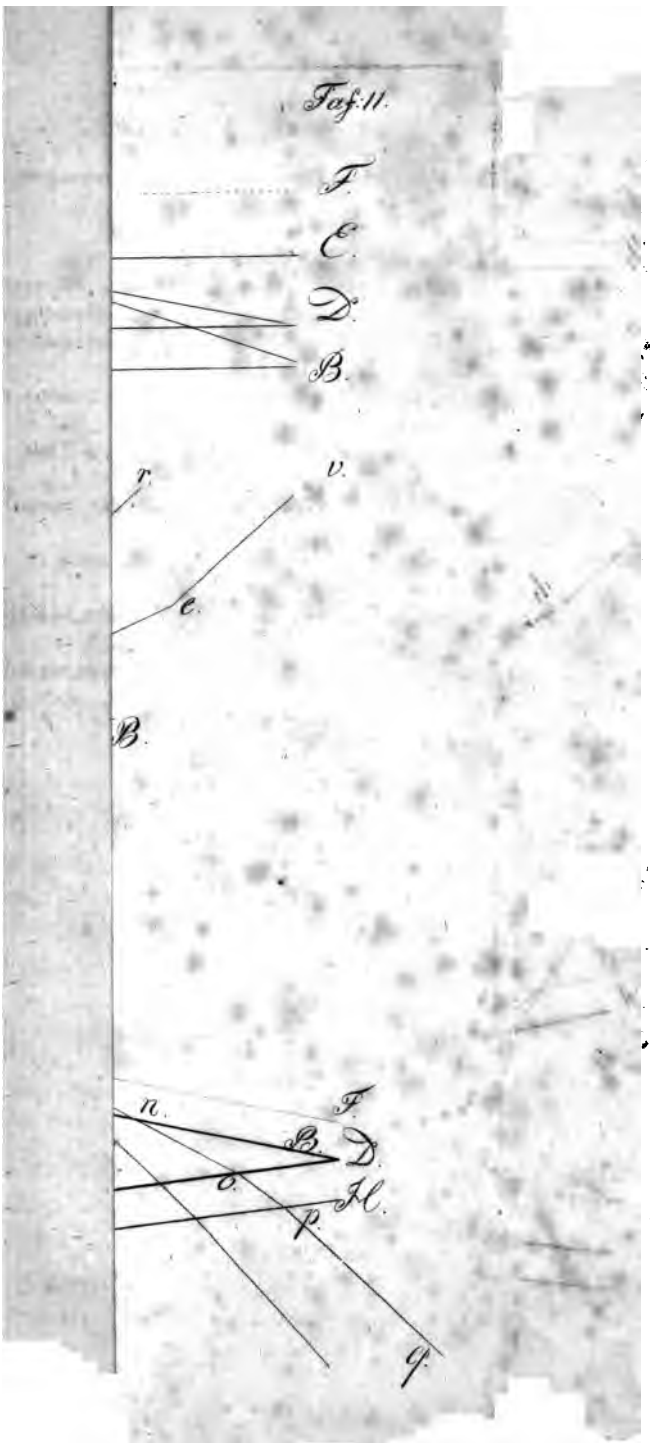
— Dergleichen in Glasröhren, 4 Thlr.

(Die Theilung iſt bei allen dieſen nach Verlangen hundertheilig, oder nach de Luc und Fahrenheit).

Hygrometer.

Fiſchbein-Hygrometer nach de Luc, und Modellen von Haas, 12 Rthlr.

Haar-Hygrometer nach Sauſſure, mit Thermometer, 18 Rthlr.


Taf. II.
F.
C.
D.
B.
r.
v.
e.
B.
n.
F.
B.
D.
o.
H.
p.
q.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1814, SIEBENTES STÜCK.

I.

Verſuche über die Metalle des Kali und des Natron, und über das Kalium-Waſſerſtoffgas.

von dem

Dr. Ludw. Sementini, Prof. d. Chemie an d. Univ. zu Neapel.

Frei ausgezogen von Gilbert.

Herr Sementini hat ſich dieſe Metalle durch Reduction des gemeinen ätzenden Kali und Natron mittelſt heftig glühenden Eiſens in einem Flintenlaufe, auf dem zuerſt von den HH Gay-Luſſac und Thenard eingeſchlagnen, und dann auch von Hrn. Davy mit Glück betretenen Wege verſchafft. Sein Apparat weicht nur in Kleinigkeiten von den wiederholt in dieſen Annalen beſchriebenen Apparaten der genannten Chemiker ab. Er läſst das Zündloch des Flintenlaufs luftdicht vernageln, und die Schwanzſchraube im Schraubeſtocke heraus ſchrauben; iſt das einmal geſchehn, ſo läſst ſie ſich willig auf- und zuſchrauben, ſchlieſst, ge-

hörig angezogen, luftdicht, und vertritt recht gut die Stelle eines Hahns. Iſt der Flintenlauf, ſo weit er horizontal durch den Ofen geht, gut beſchlagen, und ſind die übrigen Einrichtungen gehörig getroffen, ſo ſchmelzt er ſelten. An der Stelle, wo das hintere Ende zu dem Ofen herausgeht und ſich aufwärts biegt, iſt das Rohr in einer Schmiede verengt worden, ſo daſs es nur eine Linie weit iſt; weiter zurück hat es aber die anfängliche Weite. An dem vordern Ende des Flintenrohrs iſt eine Sicherungsröhre angekittet, welche in eine Queckſilber-Wanne herabgeht. Hr. Sementini findet einen elliptiſchen Windofen beſſer als die cylindriſchen, weil er die Hitze gleichförmiger auf den Theil des Flintenlaufs concentrirt, in welchem das Eiſen liegt.

Iſt das mit Eiſen-Drehſpähnen gefüllte Rohr bis zum heftigſten Weiſsglühen gebracht, ſo wird auch das hintere Stück bis einige Linien oberhalb der Verengerung rothglühend. Hr. Sementini ſchraubt dann die Schwanzſchraube heraus, läſst einen kleinen Cylinder kauſtiſches Kali in das Flintenrohr fallen, und verſchlieſst ihn wieder möglichſt ſchnell. Sobald das Kali den rothglühenden Theil über der Verengerung berührt, ſchmelzt es, rinnt tropfenweiſe durch die Verengerung hindurch, kömmt als Dampf mit den Eiſenſpähnen in Berührung, und verwandelt ſich in *Kalium-Dämpfe*, welche ſich in dem untern aus dem Ofen hervorragenden Theile des Flintenrohrs, das man kalt er-

hält, zu festem Kalium verdichten *). Während dessen gehn Gasarten über; ihr Ausbleiben ist das sicherste Zeichen, dass alles Kali zerlegt ist. Man bringt dann eine zweite Kalistange in den hintern Theil des Flintenrohrs, und fährt so fort, bis nach Hineinfüllen einer neuen Portion Kali kein Gas erscheint; die Operation ist dann zu Ende, und man lässt, ist der Flintenlauf nicht geschmolzen, den Apparat ruhig erkalten, nachdem man die vordere Oeffnung des Laufs gut zugepfropft hat. Darauf sägt man das vordere Ende des Laufs an mehrern Stellen durch, und nimmt das Kalium heraus, das an den innern Wänden der abgesägten Stücke fest sitzt. Es hat die Consistenz der Butter; und lässt sich mit einem Federmesser leicht herausbringen. Sollte man das Unglück haben, dass der Lauf schmelzt, so verschliesse man, um nicht alle Früchte der Operation zu verlieren, den Lauf an der geschmolznen Stelle mit einem fetten Kitt, und verfahre nach dem Erkalten auf die eben angegebene Art.

Das *Kalium* lässt sich in Olivenöhl eben so gut als in Steinöhl aufbewahren. Es bedeckt sich hin-

*) Kaum dürfte es für irgend einen Leser der Annalen nöthig seyn zu erinnern, dass das nach Berthollets Art dargestellte reine ätzende *Kalk* und *Natron* Verbindungen der Metalle mit Sauerstoff und mit Wasser sind, daher Hr. Davy sie *Kalk-* und *Natron-Hydrate* nennt, und dass ich die reinen Metalle mit den Namen *Kalium* und *Natrium* bezeichne. Gilbert.

nen einigen Stunden mit einer weifsen undurchſichtigen Kruſte, welche nichts anders als reine Seife iſt; das Kalium verwandelt ſich auf Koſten des Oehls in Kali, und bildet mit dieſem Seife. Dieſe Kruſte ſchützt das Kalium, welches ſich unter ihr befindet, auf das Beſte, da ſie mit Sauerſtoff geſättigt iſt. Nimmt man ſie durch ſchwaches Reiben mit Leinwand weg, ſo zeigt ſich das Kalium unter ihr rein, von dem Anſehn matten Silbers und manchmal ſelbſt noch glänzender. Friſch durchſchnitten hat es auf dem Schnitt den Glanz und die Farbe des Bleys.

Es iſt weicher als Wachs, und läſst ſich mit den Fingern oder mit Inſtrumenten in jede Form bringen. Das ſpecif. Gewicht des Kaliums findet der Verf. 0,874.

Wirft man ein Stück Kalium auf Waſſer, ſo ſieht man es ſich bald mit einer purpurnen Flamme entzünden, und langſam umher ſchwimmen. Während des Brennens erzeugt ſich das Kali wieder, als eine ſphäriſche Maſſe von dunkler Farbe, und zuletzt verſchwindet es mit einer merklichen Exploſion. Eine ſorgfältige Analyſe zeigt in dieſem Waſſer nichts anders als ſehr reines Kali.

Das Kalium verbindet ſich ſehr leicht mit *Phosphor* und mit *Schwefel*, und dieſe Verbindungen ſind ſehr innig, da ſich dabei ſehr viel Wärme und Licht entbindet.

Es vereinigt ſich auch mit mehrern Metallen, und zwar namentlich mit Eiſen und mit Queck-

ſilber. Bringt man es auf *Queckſilber*, ſo dreht es ſich ſchnell auf der Queckſilberfläche umher, bis es verſchwunden iſt, und giebt ein Amalgam, das flüſſig oder feſt iſt, je nachdem Queckſilber oder Kalium vorherrſchen. Mit dem *Eiſen* verbindet ſich das Kalium nur, wenn es damit heftig erhitzt wird. An einigen Stellen des Flintenlaufs, worin ſich das Kalium gebildet und ſublimirt hat, findet man dieſe Legirung völlig gebildet; ſie glänzt wie Silber.

In *Sauerſtoffgas* verbrennt das Kalium lebhaft in der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre, und verwandelt ſich in Kali. Eben ſo entzündet es ſich in *ſalpetrigſaurem Dunſt*, in *oxygenirt ſalzſaurem Gas*, in *Salpetergas* und in *oxydirtem Stickgas*, und verſchlingt allen Sauerſtoff der letztern Gasarten, indem es ſie in Stickgas verwandelt. Es zerſetzt ebenfalls das *ſchweflig ſaure Gas* und das *kohlenſaure Gas*.

Man hatte geglaubt, die Entzündung des Kaliums auf Waſſer habe in der Zerſetzung dieſes Waſſers, während das Kalium ſich des Sauerſtoffs deſſelben bemächtigte, ſeinen Grund. Herr Sementini iſt dieſer Meinung nicht, weil, wenn man das Kali zwingt am Boden des Waſſers zu bleiben, keine Entzündung ſondern eine bloſſe Entbindung von Waſſerſtoffgas erfolgt, während das Kali ſich wieder erzeugt *). Iſt des Waſſers nur wenig, ſo er-

*) Wie auch ſchon Davy beobachtet und bei ſeiner Erklärung ſehr wohl berückſichtigt hatte. (dieſ. *Annal.* B. 31. S. 131.)

Gilbert.

hitzt ſich dieſes dabei bis 60° C., doch ohne Lichtentbindung, und in dieſer Temperatur kann das Kalium Waſſer zerſetzen; und daſs dieſes hierbei wirklich geſchieht, ſieht man noch daraus, weil dann gewöhnliches Waſſerſtoffgas und nur eine kleine Menge eines andern gleich zu beſchreibenden Gas erſcheint. Schwimmt dagegen das Kalium auf dem Waſſer, ſo erhitzt es ſich weit ſtärker, und erreicht die Temperatur, in welcher es die atmoſphäriſche Luft zerſetzen kann; und das iſt nach dem Verf. der Grund, warum alsdann ein ſchnelles Verbrennen erfolgt *).

Hr. Sementini hat folgenden ſinnreichen Apparat erdacht, um die Frage zu beantworten, welche gleich nach der Entdeckung des Kalium alle beſchäftigte, ob nämlich dieſer neue Körper nicht eine Kali-Hydrure, d. h. eine Verbindung des Kali mit Waſſerſtoff ſey. Er nahm eine 2½ Zoll weite und 1 Fuſs lange Glasröhre, welche an dem untern Ende offen, an dem obern aber mit einem Hahne und darüber mit einem Trichter verſehen war, hing in ſie an einem Drahte eine kleine eiſerne Schale, die ſich in jede beliebige Höhe der Röhre bringen lieſs, legte ein Stückchen recht reines Kalium in dieſes Schälchen, ſenkte dann die Röhre aufrecht, wie einen Recipienten in eine

*) Davy glaubt, daſs auch in dieſem Falle das Waſſer zerſetzt, bei der viel gröſsern Hitze aber das Kalium in dem Waſſerſtoffgas aufgelöſt werde, und dieſes Gas es ſey, was ſich entzünde. G.

Queckſilberwanne ſo tief, daſs ſie ganz voll Queckſilber war, den Raum zu oberſt, wo das Schälchen war, ausgenommen, und ſtellte ſie ſo gefüllt mit verſchloſsnem Hahn auf die Wanne. Darauf liefs er durch den ſchnell geöffneten und wieder verſchloſsnen Hahn Waſſer, womit der Trichter gefüllt war, Tropfen vor Tropfen auf das Kalium fallen. Jeder Tropfen bewirkte ein heftiges Aufbrauſen, und entwickelte Gas, welches das Queckſilber ſinken machte. Als dieſes endlich bis zur Queckſilberfläche des Gefäſses herabgekommen war, unterſuchte er das Gas in der Röhre. Dieſes Gas war von zweierlei Art, *reines Waſſerſtoffgas* und *Kalium-Waſſerſtoffgas*, wie ich das von dem Verfaſſer *Gas hydrogène potaſſié* genannte Gas im Deutſchen benennen zu dürfen glaube. Das Kalium hatte ſich in ſehr reines Kali verwandelt, und an einigen Stellen der Wände der Röhre erſchien ein ſehr leichter Dunſt condenſirten Waſſers. Als nun der Verf. den Gewichtsunterſchied des Kali und des Kalium und das Gewicht des erzeugten Waſſerſtoffgaſes, verglich mit dem Gewichtsunterſchiede des angewendeten Waſſers und des theils als Thau noch vorhandenen, theils wahrſcheinlich von dem wiedererzeugten Kali verſchluckten Waſſers, ſo fand er beide ſo genau übereinſtimmend, als es von einem Verſuche dieſer Art nur zu verlangen iſt. Er ſchlieſst daraus, daſs die Zerſetzung des Waſſers die einzige Quelle war, aus der das Waſſerſtoffgas, welches erſchien, herrührte, und daſs das Kalium keinen Waſſerſtoff enthält.

Das *Natronium* bereitet Hr. Sementini ganz auf dieſelbe Weiſe als das Kalium. Es hat nach ihm einen lebhaftern Metallglanz, und eine dem Zinne näher kommende Farbe, wenn man es friſch ſchneidet, aber eine mindere Verbrennlichkeit als das Kalium. Auf Waſſer geworfen dreht es ſich ſchnell umher und erhitzt ſich ſtark, entzündet ſich aber nicht. Es entbindet noch einmal ſo viel Waſſerſtoffgas als das Kalium, und es bildet ſich auch in Kügelchen, welche ſich mit einer kleinen Exploſion in Natron verwandeln. Wenn es rein iſt, ſchmelzt es erſt bei 96° C., das Kalium dagegen ſchon bei 58° C.

Bei ſeinen ſpätern Verſuchen hatte Hr. Sementini den Flintenlauf, worin er das Kalium bildete, durch eine Glasröhre mit einem Queckſilber-Apparate ſo in Verbindung geſetzt, daſs er das ſich entbindende Gas auffangen konnte. Er fand, daſs es eine Verbindung von Kalium mit Waſſerſtoffgas iſt, oder *Kalium-Waſſerſtoffgas.* Die Eigenſchaften deſſelben ſind folgende:

Es iſt ſchwerer als das reine Waſſerſtoffgas, aber leichter als Phosphor-Waſſerſtoffgas. Sobald es mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung kömmt, entzündet es ſich mit einer leichten Exploſion, und die blasgelbe Flamme dauert einige Augenblicke in dem Cylinder, von den Wänden entfernt und wie iſolirt. Während des Verbrennens verbreitet ſich ein Geruch wie Aetzlauge *(une odeur musquée de leſſive)*, und nach dem

Verbrennen zeigt ſich an den innern Wänden des Cylinders ein leichter Thau. — Gieſst man in den Cylinder, worin das Verbrennen vor ſich gegangen iſt, Curcumätinctur oder Veilchenſaft, ſo wird erſtere bluthroth, letzteres ſchön grün; ein Beweis, daſs das im Waſſerſtoffgas aufgelöſte Kalium ſich im Verbrennen in Kali umgewandelt hat. Noch ſchneller und mit ziemlich ſtarkem Geräuſch geht das Verbrennen des Kalium-Waſſerſtoffgas in Sauerſtoffgas und in oxygenirt-ſalzſaurem Gas vor ſich.

Electriſiren vermehrt den Raum dieſes Gas, ſchlägt aber zugleich den gröſsten Theil des Kalium daraus nieder, und macht, daſs es ſich an der atmoſphäriſchen Luft nicht mehr von ſelbſt entzündet. Dieſe Eigenſchaft behält das Gas überhaupt höchſtens eine Stunde lang nach dem Entbinden, verliert ſie auch, wenn es mit Waſſer in Berührung iſt; Beweiſe, daſs das Kalium nicht ſehr innig an dem Waſſerſtoff gebunden iſt. Aber auch wenn es ſich im letztern Falle nicht mehr ſelbſt entzündet, enthält es immer noch Kalium, wie ſich zeigt, wenn man es anſteck ,' und mit den Producten des Verbrennens Curcumätinctur oder Veilchenſaft in Berührung bringt. Hr. Sementini glaubt auf dieſe Art zwei verſchiedene Varietäten von Kalium-Waſſerſtoffgas aufgefunden zu haben; wahrſcheinlich iſt aber, die letztere eine bloſse Mengung ſeines neuen Gas mit Waſſerſtoffgas.

II.

Ueber den Homberg'ſchen Pyrophorus,

von dem

Dr. John Redman Coxe, Prof. d. Chem. zu Philadelphia *).

Es iſt lange unbekannt geweſen, von welchen Gründen die Entzündung des Pyrophorus abhängt. Hr. Davy vermuthete, nachdem er das Kali-Metall entdeckt hatte, Gegenwart von Kalium habe auf irgend eine Art daran Antheil **).

*) Aus einem Briefe an Thomſon aus deſſen *Ann. of Philoſ.* ausgezogen von Gilbert.

**) Es wird dem Leſer angenehm ſeyn, einiges hier von dem zu finden, was Hr. Thomſon in der 3ten Ausgabe ſeines Syſtems der Chemie vom J. 1807. von dem *Homberg'ſchen Pyrophorus* ſagt: „Man ſchmelze in einem eiſernen Löffel 3 Thle Alaun und 1 Thl Mehl oder Zucker, (oder irgend eines andern thieriſchen oder Pflanzen-Körpers, wie Lémery fand), bis ſie ſchwärzlich werden und aufhören ſich aufzublähen, pulvere dann die Maſſe, ſchütte ſie in eine gläſerne Phiole, und erwärme dieſe in einem Sandbade, bis eine bläuliche Flamme aus dem Halſe der Phiole herausdringt, dieſe laſſe man 1 oder 2 Minuten lang brennen, dann verſtopfe man die Phiole und laſſe ſie erkalten; man hat dann den *Homberg'ſchen Pyrophorus*, der ſich jedesmal entzündet, wenn er an die Luft gebracht wird, beſonders wenn dieſe feucht iſt. Scheele fand, daſs ſich Statt des Alauns auch ſchwefelſaures Kali nehmen läſst, daſs aber Alaun, den man ſeines Kali's beraubt hat, keinen Pyrophorus giebt. Während der Erzeugung des Pyro-

Als ich vor einigen Wochen an den Pyrophorus in meinen Vorlesungen kam, und eine Portion verdorben fand, die ich vor einiger Zeit bereitet hatte, (wobei mir der Proceſs mifsrathen war, einen oder zwei Fälle ausgenommen) ſah ich mich gezwungen, friſchen Pyrophorus zu bereiten. Nachdem die erſten Antheile Gas entwichen waren, und das brennbare Gas überzugehn begann, wurde ich, kurz bevor ich den Proceſs beendigen wollte, durch das Erſcheinen einer Flamme überraſcht, welche mir die Roſenfarbe der Kalium-Flamme zu haben ſchien. Ich beendigte den Proceſs ſogleich, und erhielt einen ſo ſchönen Pyrophorus, als ich nur je geſehn habe.

Beim Nachdenken hierüber kam ich auf die Vermuthung, daſs das ſo häufige Mifsglücken der Bereitung des Pyrophorus daher rühre, daſs man den Proceſs ſo lange fortſetzt, bis alles Kalium, das ſich gebildet hat, völlig verbrannt iſt.

Dem zu Folge ſchüttete ich allen meinen *alten* Pyrophorus aus, und nachdem ich mich überzeugt hatte, daſs er ſich nicht mehr entzündete, goſs ich

phorus wird, wie man ſich überzeugt hat, ein Theil der Schwefelſäure zerſetzt, und ein Theil der alkaliſchen Baſis bleibt unverbunden; die Kohle, welche dem Pyrophor die ſchwärzliche Farbe giebt, iſt höchſt fein zertheilt, und während des Verbrennens des Pyrophorus wird Sauerſtoffgas verſchluckt. Mehrere ſchwefelſaure Salze ſollen die Stelle des Alauns vertreten können, und Proust hat bekannt gemacht, daſs viele neutrale Salze aus Pflanzenſäuren und Erden, wenn ſie in einer Retorte bei ſtarker Hitze deſtillirt werden, einen Rückſtand laſſen, der ſich von ſelbſt entzündet, wenn man ihn an die Luft bringt." *Gilbert.*

darauf 30 bis 40 Tropfen einer reinen Kali-Auflöſung, und brachte ihn, wie es gebräuchlich iſt, in einem mit Sand umgebenen Tiegel in die Hitze. Es fing an ein brennbares Gas zu entweichen, und endlich zeigte es ſich mit einer roſenroth-gefärbten Flamme. Ich beendigte nun den Proceſs, und ſchüttete den Inhalt des Tiegels, nachdem er erkaltet war, in eine trockne und erwärmte Flaſche. Dieſes Präparat beſaſs in dem ausgezeichnetſten Grade Eigenſchaften eines vollkommnen Pyrophorus.

Ich vermuthe, daſs in dieſer Zuſammenſetzung das Kalium durch die Maſſe im metalliſchen Zuſtande verbreitet iſt, und daſs wenn dieſe Feuchtigkeit aus der Luft an ſich reiſst, *Kalium-Waſſerſtoffgas* entſteht, welches ſich beim Berühren mit Sauerſtoffgas entzündet, und die Entzündung den kohlenartigen Körpern mittheilt, die es umgiebt. Wäre das Kali in irgend einer andern Geſtalt als in der des Metalls vorhanden, ſo würde es ſchwerlich möglich ſeyn, daſs die Entzündung erſt ſo ſpäth erfolgte, wie es manchmal geſchieht. Und warum wäre ſonſt Feuchtigkeit zur Entzündung nöthig, warum daſs man darauf hauche? Der Proceſs gelingt nicht, wenn man die Hitze nicht ſo lange unterhält, bis alles Kali metalliſirt worden iſt, oder wenn man ſie zu lange dauern läſst, bis das Kalium völlig verbrannt iſt. Iſt meine Meinung von der Farbe der Flamme richtig, ſo haben wir an ihr ein Kennzeichen, wenn man den Proceſs beendigen muſs.

III.

Unterſuchungen über die ungewöhnliche Strahlenbrechung, welche zuweilen nahe am Horizonte Statt findet.

von

Biot, Mitgl. d. franz. Inſt. u. Adj. des Längenbüreaus

Frei bearbeitet von

H. W. Brandes, Prof. d. Math. in Breslau.

Das vortreffliche Werk Hrn. Biot's in Paris: *Recherches ſur les réfractions extraordinaires, qui ont lieu près de l'horizon*, Paris 1810. 4., welches ich den Leſern der Annalen hier theils überſetzt, theils im Auszuge mittheile, verdient ſo ſehr die Aufmerkſamkeit aller Phyſiker, daſs es mir ſcheint, der Inhalt deſſelben dürfe in den Annalen der Phyſik nicht fehlen. Ob man indeſs damit zufrieden ſeyn wird, eine ſo vorzügliche Arbeit hier nur abgekürzt zu erhalten, darüber muſs ich zwar ungleiche Urtheile befürchten; aber ich glaube doch nicht ganz Unrecht zu haben, wenn ich beſorge, daſs die völlige Uebertragung eines Buches von 266 Quartſeiten in dieſe Zeitſchrift etwas unpaſſend ſcheinen möchte. Ich habe daher bei dieſem Auszuge mir die Regel gemacht, erſtlich das Bekannte nur kurz zu erwähnen, und ſelbſt die eignen Beobachtungen des Verfaſſers, ſo weit ſie blos Erſcheinungen, die ſchon ſehr bekannt ſind, betreffen, möglichſt abgekürzt mitzutheilen; zweitens die theoretiſchen Unterſuchungen nicht in allen ihren Details zu verfolgen, ſondern ſie

nur so weit darzustellen, als nöthig ist, um eine vollständige Einsicht in die Ursachen dieser Phänomene zu erlangen. Der ganze Gang der theoretischen Untersuchungen des Verfassers ist in diesem Auszuge vollständig dargelegt, aber die Anwendung auf einzelne Fälle, die Rücksicht auf Umstände, welche die Rechnung etwas verwickelter machen, bei denen dennoch der Hauptsache nach die theoretische Ansicht dieselbe bleibt, — ist oft weggelassen worden, oder es sind nur kurz die Resultate erwähnt, die sich aus der Rechnung ergeben. So wird also das eigne Lesen des französ. Werkes für den, der sich ausdrücklich mit dieser Materie beschäftigt, nicht überflüssig; aber für den grösten Theil der Physiker, die nämlich nicht gerade eigne weitere Forschungen über diesen interessanten Gegenstand anstellen wollen, findet sich hier Alles, was sie zu wissen wünschen können *).

Ich habe die Uebersicht des Inhalts durch die jeder kleinen Abtheilung vorgesetzten Ueberschriften zu erleichtern, auch hier und da die Rechnung (um der Schwachen willen) zu erläutern gesucht. Nur an wenigen Stellen habe ich Gegenbemerkungen zu machen mich veranlasst gefunden. Diese und das mehrmalige Hinweisen auf meine eignen Beobachtungen werden die Leser mir zu Gute halten, wenn sie sie auch nicht für gut halten sollten. Brandes.

*) Der Leser wird um so mehr Ursache haben, mit diesem zweckmässigen Auszuge zufrieden zu seyn, da die eignen Untersuchungen des Hrn. Prof. Brandes zu den Hauptschriften über diesen Gegenstand gehören. Ich habe das Original noch einmal mit dem Auszuge verglichen, und wo ich Einiges übergangen fand, von dem ich glaubte, dass es die Leser d. Annal. interessiren könne, es Hrn. Brandes Erlaubniss gemäss nachgetragen. Uebrigens wünsche ich, dass Freunde der Physik sich durch die vielen Formeln nicht mögen abhalten lassen, das auch ohne diese verständliche Physikalische der Materie zu benutzen. *Gilbert.*

Es iſt bekannt, daſs bei gewiſſen Zuſtänden der Atmoſphäre entfernte Gegenſtände, die ſich wenig über den Horizont erheben, in zwei verſchiedenen Bildern erſcheinen, indem unterhalb des aufrecht ſtehenden, welches wir als die wahre Erſcheinung des Gegenſtandes zu betrachten pflegen, ſich ein umgekehrtes Bild zeigt, ſo als ob der Gegenſtand unten in einer Waſſerfläche abgeſpiegelt wäre *). Dieſes Phänomen zu erklären, iſt der Zweck des Verfaſſers in dieſer Abhandlung. Er erzählt die den Leſern der Annalen ſchon bekannten Beobachtungen von Huddart, Vince, Wollaston, Monge und Woltmann, und erklärt ſich dann mit Recht für die Meinung, daſs ungleiche Erwärmung der Luftſchichten die Urſache dieſer Erſcheinungen ſey, und daſs insbeſondre die Spiegelung unterwärts, wo nämlich ſich an das aufrechte Bild unten ein umgekehrtes Bild anſchlieſst, Statt finde, wenn die Luft dicht an der Erde mehr erwärmt iſt, als in den höheren Schichten **).

*) Daher die Namen *Mirage* (von *Miroir*), *Luft-Spiegelung* u. ſ. f. Schon in Picard's Reiſe nach Uranienburg werden einige hieher gehörende Erſcheinungen beſchrieben.

**) Es ſtehe hier Einiges von dem, was Hr. Biot über die Arbeiten dieſer früheren Beobachter ſagt; daſs ihm Hrn. Brandes Beobachtungen unbekannt geblieben ſind, iſt zu bedauern; ſie haben vieles von dem geleiſtet, was er an den andern vermiſst. Wenn Huddart in ſeinem Aufſatze von 1797 (Annalen B. 3) die Spiegelungen und die Depreſſion des Seehorizontes dadurch erklären zu können glaubt, daſs die untern Luftſchichten ſehr feucht und dem-

In dem, was Hr. Biot von ſeinen eignen Beobachtungen ſagt, die er im Verfolge der Unterſuchung noch umſtändlicher erzählt, laſſe ich ihn ſelbſt reden:

„Als ich mich im Winter 1808 mit Hrn. Mathieu in Dünkirchen aufhielt, um die Breite des nördlichen Endes des Meridians der pariſer Sternwarte auf das genaueſte zu berichtigen, (ich hatte damals meine Abhandlung ſchon in dem Inſtitute

halb dünner als die darüber ſtehenden ſind, ſo hat er überſehn, daſs es bei der Strahlenbrechung nicht blos auf die Dichtigkeit, ſondern auch auf die chemiſche Natur der brechenden Mittel ankömmt; der Waſſerdampf hat aber bei gleicher Elaſticität mit der Luft einerlei ſtrahlenbrechende Kraft mit ihr, und eher noch eine etwas gröſsere, als ſie; daher ſein Erklärungsgrund unſtatthaft iſt. — Hr. Vince hat die merkwürdigen Erſcheinungen, die er im J. 1799 an dem ſchwülen Abend eines ſehr heiſsen Tages wahrnahm, blos durch ein Fernrohr beobachtet, ohne etwas dabei zu meſſen, und eine Erklärung nur angedeutet; eine wahre Theorie muſste die Stellung der mehrfachen Bilder, welche Hr. Vince an den Schiffen bemerkte, und die Veränderlichkeit derſelben mit zunehmender und abnehmender Entfernung der Schiffe nachweiſen; auch iſt die Bahn des Lichts bei dieſen Erſcheinungen nicht durchweg nach unten zu concav, wie Hr. Vince glaubte, ſondern mehrentheils ſchlangenförmig, wie man aus den folgenden Unterſuchungen ſehn wird. — Die Tantaliſche Erſcheinung von Seen um alle hochliegenden Dörfer in der Egyptiſchen Wüſte, welche ſich beim Annähern zurückziehn und verſchwinden, hat Hr. Monge zwar dem wahren Grunde zugeſchrieben, der Erhitzung und Verdünnung der unterſten Luftſchicht durch den heiſsen Sandboden, und der dadurch bewirkten Darſtellung des Himmels und der Gegenſtände in umgekehrten Bildern auf dem entfernteſten Theile des Erd-

vorgeleſen,) habe ich glücklicher Weiſe Gelegenheit gefunden, alle Beobachtungen über dieſen Gegenſtand, die ich nur wünſchen konnte, ſelbſt anzuſtellen. Wir benutzten dort die Nähe des Meeres, um häufig bei verſchiedener Höhe des Auges die Depreſſionen des Seehorizontes mit einem Vervielfältigungskreiſe zu meſſen, um den Einfluſs von Veränderungen der Temperatur der Luft und des Meeres auf die Bahn der Lichtſtrahlen zu beſtimmen. Bei dieſer Gelegenheit fanden wir einen Ort

bodens nach dem Horizonte zu; allein eine Theorie hat er nicht gegeben. — Hrn. Wollaston's Abhandlungen ſind in phyſikaliſcher Hinſicht meiſterhaft, und leiſten faſt alles, was zu wünſchen war; er zeigte durch ſehr gut angeſtellte Thermometer-Beobachtungen, daſs bei der Luftſpieglung die unterſte Luftſchicht immer wärmer als die darüberſtehende iſt, und ahmte dieſe Erſcheinungen mit Flüſſigkeiten von verſchiednen Dichtigkeiten und mit glühendem Eiſen nach; ſeine mathematiſche Theorie verdient dieſes Lob aber nicht; er hatte nicht die Gleichung der Bahnen der Lichttheilchen, und discutirte nicht die Art, wie ſie ſich durchſcheiden können, worauf die Vielheit der Bilder und ihre Lage beruht. — Auch Hrn. Woltmann's Abhandlung, in Gilbert's Annal. d. Phyſik, iſt von Seiten der Beobachtungen ſchätzbar, und zeigt den genauen Zuſammenhang der Erſcheinung mit dem Temperatur-Unterſchiede zwiſchen der wärmeren Waſſer- Erde- oder Schneefläche und der kälteren Luft. Doch übertreffen die Beobachtungen, welche Hr. v. Humboldt in Amerika und Hr. Le Gentil an den Küſten der Normandie angeſtellt haben, ſie und die übrigen, welche in den *Annales de Chimie* und in Gilbert's *Annalen* enthalten ſind, an Genauigkeit der Beobachtungen und an Brauchbarkeit zur Prüfung der mathematiſchen Theorie. — So urtheilt Hr. Biot. *Gilbert.*

auf dem bei der Ebbe entblöfsten Strande, wo die Spiegelung alle Tage ſichtbar war. Die Gegenſtände, auf welche die längſt des ſandigen Grundes hinlaufende Geſichtslinie traf, Kirchthürme, Häuſer, Hügel, Bäume u. ſ. f., ſchienen dann ohne Fundament in der Luft zu ſchweben, und ihr umgekehrtes Bild ſtellte ſich unter ihnen dar. Dieſes Bild lag ebenfalls oberhalb des ſcheinbaren Meerhorizonts, und glich vollkommen den durch Reflexion im Waſſer entſtehenden Bildern. Die Täuſchung, als finde hier wirklich eine Abſpiegelung im Waſſer Statt, war ſo ſtark, daſs wir ſelbſt ſie kaum zu überwinden vermochten, obgleich wir uns leicht überzeugen konnten, daſs hier ein Irrthum herrſche, indem der Rand des anſcheinenden Waſſers manchmal nur 200 Meter von uns entfernt war. Wir machten uns oft das Vergnügen, Menſchen mit Signalſtangen dorthin zu ſchicken, die, indem ſie ſich entfernten, ſich immer tiefer in dieſes ſcheinbare Meer einzutauchen ſchienen, bis endlich ſie und ihr Bild ganz verſchwanden."

„Nicht leicht übertreffen Erſcheinungen dieſe an Veränderlichkeit und Sonderbarkeit. Die Höhe und die Entfernung der Gegenſtände, die Natur und noch mehr die Geſtalt des Bodens, und beſonders die Höhe des Beobachters haben auf ſie weſentlichen Einfluſs. Durch jede Bewegung des Beobachters, und noch mehr durch jede Temperatur-Veränderung wurden ſie augenblicklich abgeändert, und oft reichte ein Sonnenblick hin, zu machen,

dafs das Wunder erschien oder verschwand. Gerade diese Veränderlichkeit diente uns zum Sporn, die Phänomene mit Beharrlichkeit und Sorgfalt zu beobachten, und geleitet von der Theorie verfuhren wir mit Sicherheit. Wir bestimmten genau die Temperaturen der Luft in verschiedenen Höhen über dem Boden, die Erniedrigung des scheinbaren Horizontes und der Gegenstände, und die Entfernung dieser von uns, zeichneten ihre Gestaltung und die der umgekehrten Bilder, erforschten die Gestalt der Bahn der Lichttheilchen durch directe Versuche und einigermafsen durch Sondirungen in dem scheinbaren Meere, welches die Reflexion des Himmels bildet, und stellten genaue Nivellements des Bodens an, über den der Gesichtsstrahl hinstreicht; denn von der Gestalt dieses Bodens hängt die der Luftschichten von gleicher Dichtigkeit ab, und sie ist in sofern hierbei von der grösten Wichtigkeit. Dadurch überzeugten wir uns, dafs die besondre Gestalt des Strandes, da wo wir beobachteten, das so häufige Erscheinen starker Spiegelungen bewirkte, wie wir das schon nach der Theorie vermuthet hatten. Wir dürfen daher glauben, dafs diese Erscheinungen noch nie in einer solchen Verschiedenheit und so genau beobachtet worden sind, als hier von uns."

„Seht nahe verwandt mit diesen Erscheinungen ist eine merkwürdige Beobachtung, die ich mit Hrn. Arago in Spanien gemacht habe, so verschieden sie auch dem ersten Anblick nach von

ihnen zu ſeyn ſcheint. Wir befanden uns in Valencia auf dem Berge *Deſierto de las Palmas*, 727 Meter über der Meeresfläche, und beobachteten bei Nacht, am Wiederholungskreiſe, die angezündeten Reverberen auf der Inſel *Yviza*, welche auf dem Berge *Campvey* 420 Meter hoch und 161008 Meter (41½ Linie) von uns entfernt waren. Dieſe Linie bildete eine der Seiten unſerer groſsen Dreyecke, womit ſich die Meſſung des Pariſer Meridians im Süden ſchlieſst. Wir ſahen zuerſt dieſes Licht einfach und einem feinen Sternchen gleich, ſo wie es gewöhnlich erſchien, und ſo blieb es während drei Reihen von Beobachtungen; aber bei der vierten Beobachtungsreihe bemerkten wir zwei Bilder, eins ſenkrecht über dem andern, wenigſtens 3 Minuten von einander entfernt. Das wahre Licht erſchien an ſeiner gewöhnlichen Stelle; das zweite Bild lag höher am Himmel herauf, war gröſser und dilatirter, und zeigte ein wenig Regenbogenfarben. Wir hielten es anfangs für einen Stern, und waren nicht wenig verwundert, einen ſolchen gerade in der Vertikale der Reverberen auf dem Campvey zu erblicken; dieſer vermeintliche Stern rückte aber nicht fort, und ſo muſsten wir ihn für ein ungewöhnliches Bild des Lichtes anerkennen. Kurz nachher ſahen wir, ſtatt zweier Lichter, drei, vier und mehrere, die unregelmäſsig erſchienen und verſchwanden, doch ſo, daſs die niedrigſten, die dem wahren Bilde am nächſten waren, eher, leichter und häufiger erſchienen, als die übrigen; die

höchſten waren dagegen die ausgedehnteſten und glänzendſten.“ *)

„Ein verwandtes Phänomen wurde auf andern Stationen mehrmals beobachtet. Man ſah den glänzenden Punct im Fernrohre hinter dem ſenkrechten Faden deſſelben ſich verlängern, gleich einer kleinen Feuerſäule; dieſe dehnte ſich bis zu einer gewiſſen Länge aus, theilte ſich dann plötzlich in zwei Bilder, von denen das untere merklich roth, das obere merklich grün war, und zuletzt concentrirte ſich dieſes Licht wieder und ſtellte ſich als ein ſehr kleiner Punct dar, wie vorhin. Dieſe Verlängerung kann man als eine Reihe dicht aneinander liegender Bilder betrachten **).“

*) Hr. Arago hat dieſes Erſcheinen vielfacher Bilder wieder beobachtet, als er ſich allein auf der Station von *Cullera* im Königreiche Valencia befand, und nach den 103800 Meter entfernten Reverberen auf dem *Deſierto de las Palmas* hin viſirte.

**) Dieſe Beobachtung wird vorzüglich merkwürdig durch die prismatiſchen Farben, welche der Lichtpunct zeigte. Dieſe Farben zeigen ſich hier ganz dem Geſetze gemäſs, daſs die rothen Strahlen weniger, die grünen mehr gebrochen werden. — Es wird mir erlaubt ſeyn, die einzige mir bekannte Erfahrung, die hierher gehört, hier mitzutheilen. Herſchel nämlich macht über dieſe prismatiſche Kraft der Atmoſphäre, wie er ſie nennt, einige ſehr intereſſante Bemerkungen. Er ſagt (*Catalogue of double ſtars.* 1785. p. 52), die Diſtanz der beiden Doppelſterne, von denen er redet, ſey 15″ 10‴, ſo genau als die prismatiſche Kraft der Atmoſphäre, welche die Sterne verlängert, es anzugeben erlaubt. „Prismatiſche Kraft der Atmoſphäre, fügt er hinzu, nenne ich denjenigen Theil ihres Brechungsvermögens, durch welchen ſie die Lichtſtrahlen zerſtreuet und von einem leuchtenden Puncte ein verlängertes und gefärbtes

„Am Morgen nach der Beobachtung auf dem Deſierto war das Meer bei Tagesanbruch in der Ferne mit ſchwarzen, rundlichen und abgeſtumpften, zuſammengehäuften Nebelmaſſen bedeckt, die vollkommen wie Berge ausſahen; Yviza und ihre Berge waren im Fernrohr nicht zu erkennen, ſondern nur ſolche Nebelmaſſen, deren Ausſehn dem der Inſel ſo ähnlich waren, daſs wir uns über ſie hätten täuſchen können, wenn wir Yviza und den Campvey nicht ſo ſehr gut gekannt hätten. Dieſe Nebelmaſſen waren am Abend nicht vorhanden geweſen, und hatten ſich erſt während der Nacht herabgeſenkt. Wir haben ſie ſeitdem jedes Mal wahrgenommen, wenn ſich Erſcheinungen ungewöhnlicher Refractionen gezeigt haben; ſie waren uns ein völlig zuverläſſiges Anzeichen vollkommen ſtillen Wetters. Wir ſahen auf dem *Deſierto de las Palmas* 14 Tage lang alle Morgen bei Tagesanbruch dieſe Nebel das Meer bedecken; bei der Sonnenwärme erhoben und zerſtreuten ſie ſich, ſanken aber des Nachts von Neuem herab. Dieſes ging ſo abwechſelnd fort, bis endlich ein Nordwind die Nebel vertrieb. Indeſs iſt dieſe Erſcheinung

Bild darſtellt. Sie zeigt ſich beſonders an niedrig ſtehenden Sternen, und hängt ab von der Schiefe des einfallenden Strahls. Ihr iſt es zuzuſchreiben, daſs man nicht immer den Stern im Centro des Geſichtsfeldes am beſten ſieht, weil die prismatiſche Kraft der Atmoſphäre durch die prismatiſche Kraft des Augenglaſes (*the eye-lens*) zum Theil aufgehoben wird, wenn man den Stern dem einen Rande des Geſichtsfeldes (gewöhnlich dem obern) näher bringt;“ u. ſ. w. *Br.*

wohl nicht Urſache ungewöhnlicher Refractionen, ſondern nur deswegen damit vergeſellſchaftet, weil beide bei ganz ſtiller Luft eintreten.“

„Man hat das Erſcheinen doppelter Bilder durch Luftſpieglung, mit der Zurückwerfung des Lichtes im Innern eines Spiegelglaſes verglichen; die Erſcheinung unbeſtimmt vieler Bilder lieſse ſich auf eine ähnliche Art mit den Zurückwerfungen der Strahlen im Innern eines Spiegelglaſes, abwechſelnd von beiden entgegengeſetzten Oberflächen, zuſammen ſtellen, welche man gewahr wird, wenn man einen leuchtenden Punct durch daſſelbe nach der Richtung der Schneide betrachtet. Dieſe Erklärung giebt indeſs nur eine Annäherung. Das Licht kann in den Luftſchichten nicht ſo zurückgeworfen werden, als in Mitteln von gleichförmiger Dichtigkeit, in welchen nur ein unendlich kleiner Theil der Bahn dicht an der Oberfläche dieſer Mittel krummlinig iſt; und läſst ſich gleich von einigen Erſcheinungen bei der Luftſpieglung aus dieſer Annäherung eine Erklärung geben, ſo können doch viele andere, und beſonders die Vervielfältigung der Bilder, hierdurch auf keine Art nachgewieſen werden; denn ſie beruhen auf der Vielheit der Aeſte der Cauſtica, auf welcher die Zurückwerfung vor ſich geht, indeſs dieſe bei Mitteln von conſtanter Dichtigkeit nur einen einzigen nach der Oberfläche zu concaven, unendlich abgeplatteten Zweig hat.“

„Um die wahre Theorie dieſer Erſcheinungen aufzufinden, muſs man die Bewegung des Lichtes

Es läſst ſich nun leicht zeigen, daſs das Quadrat der Geſchwindigkeit in einer Schicht von der abſoluten Brechungskraft $= \frac{4K\rho}{n^2}$ auch dann $= n^2\left(1 + \frac{4K\rho}{n^2}\right)$ wird, wenn der Strahl nicht unmittelbar aus dem Vacuo in ſie eintritt, ſondern ſchon durch andre Schichten verſchiedener Mittel gegangen iſt, vorausgeſetzt, daſs alle dieſe Schichten durch parallele Ebnen begränzt ſind.

Bei der Betrachtung, welche wir hier anzuſtellen haben, befindet ſich der Lichtſtrahl, indem er zum Auge des Beobachters gelangt, in einer Luftſchicht von bekannter Brechungskraft, die wir mit $\frac{4(K)}{n^2}(\rho)$ bezeichnen wollen, und ſeine Geſchwindigkeit iſt hier $= n \cdot \sqrt{\left(1 + \frac{4(K)(\rho)}{n^2}\right)}$. Geſetzt alſo, der Neigungswinkel des Strahls gegen den Horizont ſey $= I$, ſo iſt die *Geſchwindigkeit* deſſelben *nach horizontaler Richtung*

$$= \frac{dx}{dt} = n \cdot \text{Cof. } I \sqrt{\left(1 + \frac{4(K)(\rho)}{n^2}\right)}.$$

Dieſe horizontale Geſchwindigkeit bleibt in allen Schichten dieſelbe, weil hier die Schichten ſelbſt durch horizontale Ebnen begränzt ſind. Daher bleibt in jeder andern Schicht, wo die Brechungskraft $= \frac{4K\rho}{n^2}$, und die Geſchwindigkeit

welche Biot weiter fort baut, hier einſchalten zu müſſen, damit der Urſprung der Formeln deſto leichter zu überſehn ſey. *Br.*

$= \sqrt{\frac{dx^2+dz^2}{dt^2}} = n.\sqrt{\left(1+\frac{4K\rho}{n^2}\right)}$ iſt, $\frac{dx}{dt}$ jenem Werthe gleich; und es iſt alſo

$$\frac{dx^2}{dt^2}\left(1+\frac{dz^2}{dx^2}\right) = n^2.\text{Cof.}^2 I.\left(1+\frac{4(K)(\rho)}{n^2}\right) \times \left(1+\frac{dz^2}{dx^2}\right) = n^2\left(1+\frac{4K\rho}{n^2}\right).$$

Wir wollen der Kürze halber die Brechungskraft der obern Luftſchicht, in welcher ſich das Auge des Beobachters befindet, $\frac{4(K)(\rho)}{n^2} = (P)$ ſezzen; wir nehmen an, ſie ſey durch unmittelbare Beobachtung gegeben. Dagegen wollen wir die *veränderliche Brechungskraft* in den übrigen Schichten, durch welche der Lichtſtrahl fortgeht, $\frac{4K\rho}{n^2} = P$ ſetzen; ſie iſt eine Function von z, welche von dem Geſetze abhängt, nach welchem ſich die Dichtigkeit und die chemiſche Beſchaffenheit dieſer Luftſchichten ändert. Wir haben dann

$$\frac{dz}{dx} = \frac{\pm\sqrt{[\text{Sin.}^2.I - \frac{(P)-P}{1+(P)}]}}{\text{Cof. I.}} \ldots\ldots (1.)$$

Und dieſes iſt die *Differentialgleichung für die Bahn des Lichtſtrahls durch die verſchiedenen Luftſchichten*, deren Brechungskraft durch P angedeutet iſt; und man würde eine endliche Gleichung zwiſchen x und z für dieſe Trajectorie des Lichtſtrahls finden, wenn $\frac{(P)-P}{1+(P)}$ als Function von z gegeben wäre; welches der Fall iſt, wenn man das Geſetz kennt, wonach die Dichtigkeit und

die chemiſche Beſchaffenheit der Luftſchichten ſich verändern. Dieſe Function, welche einzig von i abhängt, verſchwindet in der Höhe, wo das Auge des Beobachters ſich befindet, weil da $P=(P)$ iſt, und wird $= \frac{(P)}{1+(P)}$ im Vacuo, wo die Brechungskraft P verſchwindet. Alle ihre Werthe fallen alſo zwiſchen dieſe beiden Gränzen.

Das doppelte Zeichen unſrer Formel bezieht ſich auf *zwei* ſymmetriſche Aeſte der Bahn der Lichtſtrahlen *(Trajectorie)*. Wir wollen für jetzt nur den *erſten* dieſer beiden Aeſte betrachten, und daher allein das Zeichen + beibehalten.

Betrachtung des erſten Aſtes der Trajectorien; Beſtimmung der Lage der Minima deſſelben bei verſchiednen Neigungen.

Bei Betrachtung des Phänomens der vielfachen Bilder kömmt es vorzüglich darauf an, zu finden, ob Lichtſtrahlen, welche von einerlei Puncte ausgehn, ſich einander durchkreuzen können, indem die vielfachen Bilder nur alsdann geſehen werden, wenn unſer Auge ſich in einem ſolchen Durchkreuzungspuncte befindet, wo zwei oder mehrere von *einerlei* Puncte ausgehende Lichtſtrahlen unter verſchiedenen Richtungen zuſammen treffen. Wir wollen uns daher bemühen, die Lage der niedrigſten Puncte der Trajectorie bei verſchiedenen Neigungen zu beſtimmen. Unſere Formel giebt

$\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 = \text{tang.}^2 I = \frac{1}{\text{Cof.}^2 I} \cdot \frac{(P)-P}{1+(P)}$, alſo differentiirt $2 \cdot \frac{dz}{dx} \cdot \frac{d^2z}{dx} = \frac{1}{\text{Cof.}^2 I} \cdot \frac{dP}{[1+(P)]}$, oder

$$= \pm \frac{1}{\text{Cof.}^2 I} \cdot \frac{dP}{dz} \cdot dz \cdot \frac{1}{1+(P)}, \text{ das ist}$$

$$\frac{dz^2}{dx^2} = \frac{dP}{dz} \cdot \frac{1}{2.\text{Cof.}^2 I.[1+(P)]} \quad \ldots\ldots (2).$$

Wenn nun P abnimmt, indem z wächst, d. h. die wachsenden positiven z von oben nach unten gerechnet werden, u. in niedrigern Schichten die Brechungskraft geringer wird, so ist $\frac{dP}{dz}$, und folglich auch $\frac{d^2z}{dx^2}$ negativ. Es liegt dann also die Bahn des Lichtstrahls ganz oberhalb der an jedem Puncte gezogenen Tangente, und sie ist *concav* gegen die durch das Auge des Beobachters gezogene Horizontallinie. Das Gegentheil findet Statt, wenn P mit z zugleich wächst, oder wenn die Brechungskraft der niedrigeren Schichten gröfser ist; alsdann sind die aus niedrigeren Schichten kommenden Lichtstrahlen *convex* gegen die Horizontallinie durch das Auge des Beobachters, indefs die aus höhern Schichten kommenden Lichtstrahlen alsdann gegen sie *concav* sind.

Soll die Trajectorie einen *höchsten* oder *niedrigsten* Punct haben, wo ihre Richtung horizontal ist, so mufs

$$\frac{dz}{dx} = 0, \text{ also } \text{Sin. } I = \pm \sqrt{\frac{(P)-P}{1+(P)}} \quad \ldots\ldots (3)$$

seyn. Dieser Werth ist für positive z im Allgemeinen möglich, sobald $P < (P)$ ist; oder wenn die Strahlen ihre Concavität nach oben kehren. In diesem Falle können also Strahlen, die aus niedri-

geren Schichten zum Auge kommen, einen Punct haben, wo sie horizontal gewesen sind, statt dafs dieses bei Strahlen, welche aus höhern Schichten kommen, unmöglich ist. Der genau umgekehrte Fall findet Statt, wenn P > (P); aber man hat nur nöthig den einen zu betrachten, da sich alsdann die Resultate für den andern ergeben, sobald man denjenigen Werth von z negativ nennt, der vorhin positiv war.

Ist I gegeben, so ergiebt sich aus der letzten Formel der Werth von P, für welchen der Strahl horizontal wird. Je gröfser die Neigung I ist, unter welcher der Strahl zum Auge des Beobachters kömmt, desto kleiner mufs P seyn, oder desto tiefer dringt der Strahl in das Medium ein; und es ist leicht eine Gleichung zu finden, welche anzeigt, wie sich die Tiefe der niedrigsten Stellen ändert, indem I variirt. Man übersieht aber leicht, dafs bei jedem Gesetze, welches man für P annimmt, *Sin. I.* in Gränzen eingeschlossen ist, und dafs insbesondre bei der Luft, wo (P) nur = 0,000588364t ist, bei einem Barometerstande = 0,76 Meter und der Temperatur des schmelzenden Eises *), *Sin. I* immer nur klein seyn kann, wenn ein *Minimum* möglich seyn soll. Nehmen wir (P) oder die absolute Brechungskraft in der Schicht, wo der Beobachter sich befindet, der eben erwähnten Angabe

*) Nach den Versuchen der Herren Biot und Arago über die Einwirkung der Luftarten auf das Licht, welche auch in diesen Annalen enthalten sind. *Br.*

gemäfs an: ſo kann, ſelbſt für P = o, I nur = 1° 23′ 22″ werden, und es iſt nie möglich, daſs, bei jenem Barometer- und Thermometerſtande, Strahlen ein Minimum der Höhe haben, und dennoch unter einer gröſsern Neigung als von 1° 23′ 22″ zu unſerm Auge gelangen ſollten. Aber bei unſern Beobachtungen und Verſuchen iſt nicht einmal P = o, welches ein Vacuum vorausſetzen würde, und folglich kann I bei weitem jenen Werth nicht erreichen, ſondern, (wenn man einen Fall annimmt, der ſo ziemlich der äuſserſt mögliche ſeyn möchte, bei Beobachtungen, welche die Natur ſelbſt uns darbietet,) wenn in der Höhe des Beobachters die Temperatur = 25°, am Boden = 55° C. wäre, ſo würde I höchſtens = 24′ 20″ werden können.

Wendet man die Formel auf wirkliche Beobachtungen an, ſo giebt ſie ſehr genügende Reſultate. Wollaston *) beobachtete die ſcheinbare Tiefe des äuſserſten Punctes des Bildes = 9′, als in der Höhe des Beobachters, 1 engl. Fuſs über dem Boden, die Temperatur = 24½° C. war. Dieſes würde für die Temperatur in der niedrigſten Stelle des Strahls 28,3° C. geben, welches mit der Beobachtung, die 27,8° C. in 4 Zoll Höhe über dem Boden angab, ſehr wohl harmonirt. Eigentlich fällt zwar das Minimum desjenigen Strahles, welcher als der äuſserſte des Bildes erſcheint, in die

*) In dieſen Annal. B. 11. S. 1 f. u. B. 23. S. 394.

Fläche des Bodens ſelbſt, (weil eben durch den Boden es verhindert wird, daſs von höhern Puncten des Gegenſtandes keine Lichtſtrahlen mehr auf dieſe Weiſe zu unſerm Auge gelangen,) aber die kleinen Unebenheiten des Bodens reichen hin, um die allerniedrigſten Strahlen aufzuhalten, und ſo war es wohl möglich, daſs Strahlen 3 bis 4 Zoll über der eigentlichen Boden-Fläche die äuſserſten waren, welche noch zum Auge gelangten.

Man findet bei der Berechnung ähnlicher Beobachtungen, wenn der Boden ſtärker erhitzt war als die höhern Luftſchichten, gewöhnlich die Wärme der dünnſten Luftſchicht, in welcher nach der Rechnung der äuſserſte aufwärts gebrochne Strahl ſein Minimum der Höhe erreichen müſste, geringer, als die Beobachtung der Hitze des Bodens angab. Dieſes rührt wohl nicht allein von dem eben erwähnten Umſtande her, da es auch bei Lichtſtrahlen Statt findet, die über eine Waſſerfläche gehn, ſondern es ſcheint zugleich in dem Aufſteigen der erwärmten Lufttheilchen und dem Herabſinken der kälteren ſeinen Grund zu haben, durch welches verhindert wird, daſs die niedrigſte Luftſchicht je ganz die Temperatur des Bodens annimmt *).

*) Der Verf. vergleicht hier einige eigne Beobachtungen, und einige von Wollaston mit der Theorie; wegen der erwähnten Umſtände iſt aber die Uebereinſtimmung der Beobachtungen mit der Theorie nicht ſo ſehr groſs, was auch niemand erwarten wird, der das Zittern der

Verfahren, um die Trajectorien der Lichtstrahlen vollständiger zu zeichnen.

Der Umstand, dafs nur Lichtstrahlen, deren anfängliche Neigung eine gewisse Gränze nicht überschreitet, in einem bestimmten Medio ein Minimum der Höhe erreichen, während die übrigen Lichtstrahlen dieses Minimum selbst da noch nicht erreicht haben, wo die Dichtigkeit = o ist, (wofern sie auch wirklich bis zu o abnähme,) — dieser Umstand steht einer vollständigen geometrischen Betrachtung der Lage der Durchschnittspuncte dieser Lichtstrahlen sehr im Wege. Die stärker geneigten Lichtstrahlen dringen in die Schichten von abnehmender Dichtigkeit immer tiefer ein, haben aber die horizontale Richtung noch nicht erlangt, wenn sie auch bis zu einer Schicht von der Dichtigkeit = o kommen können; und da dann die Dichtigkeit nicht kleiner werden könnte, so würde sich die gekrümmte Bahn des Strahls dort plötzlich endigen und das Licht in einer geraden Linie fortgehn. Wollte man dieses plötzliche Endigen der Curve vermeiden, so müfste man als blos analytische Hypothese eine negative Brechungskraft für P setzen, und keinen Anstofs daran nehmen, dafs

gespiegelten Bilder beobachtet hat. Bei einer Beobachtung von Wollaston, wo der Strahl unter einer glühenden Eisenstange von etwa 700° C. Wärme länge derselben hinging, beobachtete Wollaston l = 1° 15′, statt dafs die Rechnung 1° 9′ giebt, welches genauer, als man erwarten konnte, harmonirt. *Br.*

eine ſolche Hypotheſe in der Phyſik keinen Sinn hätte. Aber es giebt noch ein andres Hülfsmittel, um die Trajectorie über jenen Endpunct hinaus fortzuſetzen.

Statt des bisher betrachteten durchſichtigen Mittels, deſſen *ſpecifiſche Brechungskraft* wir im Allgemeinen $= \frac{4K}{n^2}$ und in einer beſtimmten Schicht $= \frac{4(K)}{n^2}$ geſetzt, und deſſen *Dichtigkeit* wir im Allgemeinen $= \rho$, und in einer beſtimmten Schicht $= (\rho)$ angenommen haben, wollen wir uns ein *andres Medium* denken, in welchem dieſe Gröſsen durch K', (K)', ρ', $(\rho)'$ ausgedrückt werden, und folgende Werthe haben mögen:

$$K' = \frac{K}{1 - \frac{4a}{n^2}} \; ; \; (K)' = \frac{(K)}{1 - \frac{4a}{n^2}} \; ;$$

$$\rho' = \rho + \frac{a}{K} \; ; \; (\rho)' = (\rho) + \frac{a}{(K)} .$$

Dann wird, wenn man hier P' und (P)' unſrer vorigen Bezeichnung entſprechend ſetzt,

$$\frac{(P)' - P'}{1 + (P)'} = \frac{4(K)(\rho) - 4K\rho}{n^2 + 4(K)(\rho)} = \frac{(P) - P}{1 + (P)} .$$

Alſo wird $\frac{dz}{dx} = \frac{\sqrt{[\text{Sin.}^2 I - \frac{(P)' - P'}{1 + (P)'}]}}{\text{Col. } I}$ eben den Werth, bei gleichem Werthe von I, erhalten, den es vorhin hatte, und die Bahn des Lichtſtrahls in dieſem neuen Fluido wird ganz derjenigen gleichen,

welche im vorigen Medio Statt fand, nur wird sie den Vorzug haben, dafs

$$P' = \frac{4K'\rho'}{n^2} = \frac{4K\rho}{n^2 - 4a} + \frac{4a}{n^2 - 4a}$$

noch nicht verschwindet, wenn gleich $4K\rho = 0$ ist, und dafs also, wenn a einen beständigen und positiven Werth hat, die Bahn des Lichtstrahls auch bei stärkern Neigungen noch bis zu ihrem Minimum fortgeführt werden kann.

Wollen wir also für irgend ein Medium die Bahnen aller Lichtstrahlen bei jeder Neigung des einfallenden Strahls vollständig kennen lernen, so haben wir nur nöthig, statt dieses Medii ein andres zu fingiren, für welches

$$K \text{ in } \frac{K}{1 - \frac{4a}{n^2}}, \text{ und } \rho \text{ in } \rho + \frac{a}{K}$$

übergeht, und hier für a einen positiven Werth anzunehmen, der grofs genug ist, um für P' noch einen positiven Werth zu geben, wenn auch $K\rho$ schon einen bedeutenden negativen Werth erlangt hat. Verlangte man die Trajectorien bis selbst zu $I = 90°$ hin zu finden, so müfste die Formel für die Gränze der Minima, nämlich $\text{Sin.}^2 I = \frac{(P) - P}{1 + (P)}$, oder hier $= \frac{(P)' - P'}{1 + (P)'}$, selbst dann noch einen reellen Werth geben, und es müfste $P' = -1$, also $4K\rho + 4a = -n^2 + 4a$ werden können, das ist $4K\rho = -n^2$, und folglich $\rho' = \frac{a - \frac{1}{4}n^2}{K}$, wel-

dies noch positiv seyn würde, wenn $a > \frac{1}{4} n^2$ wäre. So groſs darf nun zwar a nicht angenommen werden, indem dann $K' = \frac{K}{1 - \frac{4a}{n^2}}$ unendlich oder gar negativ werden würde; aber es erhellt wenigstens, daſs man mit Hülfe dieſes fingirten Medii die Strahlen, welche *beinahe* senkrecht einfallen, bis zu ihrem Minimo verfolgen kann, und das ist für unſern Zweck vollkommen zureichend. Will man nun aber wiſſen, welche dieſer Trajectorien in dem wirklich vorhandenen Medio nur möglich sind, so läſst sich eine gerade, horizontale Linie ziehn, welche die Stücke der Trajectorien abschneidet, die zwar in dem fingirten, aber nicht in dem wirklichen Medio Statt finden konnten.

Lage der niedrigſten Stellen der Trajectorie in Rückſicht auf die horizontale Entfernung.

Wir fahren fort den Fall zu betrachten, da die untern Luftschichten am dünnſten sind, oder die geringſte Brechungskraft haben, und wo folglich die Bahn des Lichtſtrahls die concave Seite nach oben kehrt, ein Fall, der bei ſtarker Erwärmung des Bodens immer Statt findet. In einem ſolchen Medio können nun wohl Lichtſtrahlen von einem Gegenſtande zum Auge gelangen, ehe ſie das Minimum ihrer Höhe erreicht haben, wie das in der Regel bei denen der Fall ist, vermöge welcher wir die Gegenſtände in ihrer natürlichen Lage er-

Blicken; aber von diesen ist für jetzt nicht die Rede, sondern allein von denen, die ihr Minimum der Höhe schon zwischen dem Gegenstande und dem Auge erreicht haben, und daher allemal von Puncten unterhalb der Horizontallinie des Auges herzukommen scheinen. Die Bahn solcher Strahlen besteht, wie sich schon aus dem Vorigen ergiebt, aus *zwei* symmetrischen Aesten, welche sich von dem niedrigsten Puncte an nach beiden Seiten aufwärts erstrecken. Beide Aeste sind zwar unter sich ganz gleich, aber in Beziehung auf die Durchschnittspuncte müssen wir dennoch jeden besonders betrachten, und werden daher den, welcher zwischen dem Auge des Beobachters und dem *Minimo der Höhe* liegt, den *ersten Ast*, den gegenüber liegenden den *zweiten Ast* nennen.

Die Frage, ob das Minimum derjenigen Trajectorie, welche tiefer in das Mittel eindringt, oder bis zu niedrigeren Schichten gelangt, dem Beobachter näher, oder ob sie entfernter von ihm liegen wird, (vorausgesetzt dafs beide sich im Auge des Beobachters durchschneiden,) läfst sich nur beantworten, wenn man etwas Bestimmtes über die brechende Kraft der einzelnen Schichten festsetzt.

Nimmt man an, dafs die brechenden Kräfte der Schichten in arithmetrischer Progression abnehmen, so ist der geometrische Ort der Minima eine *Ellipse*, die gerade durch das Auge des Beobachters geht, deren grofse Axe doppelt so grofs als die kleine Axe ist, und deren kleine Axe sich in der

Verticallinie durch das Auge des Beobachters befindet. Iſt der Winkel I, unter welchem der bei dem Beobachter ankommende Strahl gegen den Horizont geneigt iſt, klein, ſo liegt das Minimum der Höhe dem Beobachter nahe; bei wachſendem I entfernt es ſich, bis $I = 45$ iſt, dann aber rückt es für gröſsere I abermals näher, und befindet ſich für $I = 90°$ unter dem Auge des Beobachters.

Wenn man die Abnahme der brechenden Kraft dem Quadrate der Tiefe proportional ſetzt, ſo iſt der geometriſche Ort der Minima eine Ellipſe, in deren Centro ſich das Auge des Beobachters befindet, und deren eine Haupt-Axe vertical iſt. Die niedrigſte Stelle des Strahls rückt der Verticale des Beobachters deſto näher, je näher I an 90 Grade kömmt *).

Beobachtet man die Wärme der Luft in verſchiedenen Abſtänden von einer erhitzten Fläche, ſo findet man die Dichtigkeiten der Luft oder ihre Brechungskraft ziemlich gut der Formel $P = (P) . [1 + A - A . e^{\alpha z}]$ angemeſſen, wo A, α beſtändige Gröſsen ſind, und e die Grundzahl der

*) Die Hypotheſe, daſs die Dichtigkeit ſich wie $(1 - Az^2)$ verhält, kann der Natur nicht angemeſſen ſeyn, da ſie hiernach ſo gut oberhalb als unterhalb des Beobachters abnehmend ſeyn müſste, welches ſchwerlich je auf dieſe Weiſe, nämlich ganz nach einerlei Geſetze, Statt findet. Die Minima, oder vielmehr Maxima, welche oberhalb des Beobachters liegen ſollen, laſſen ſich nun leicht erklären. *Br.*

natürlichen Logarithmen bedeutet. Hier wäre also

$$\frac{(P) - P}{1 + (P)} = \frac{(P)\,A \,.\, (e^{-\alpha z} - 1)}{1 + (P)}.$$

Alsdann giebt aber die allgemeine Gleichung für $\frac{dz}{dx}$, für das Minimum der Höhe

$$\text{Sin.}^2 I = \frac{(P)}{1 + (P)} \,.\, A \,.\, \left(e^{\alpha z} - 1\right); \text{ oder}$$

$$z = \frac{1}{\alpha} \,.\, \log. \left(\frac{\text{lin.}^2 I + \frac{(P)\,A}{1 + (P)}}{\frac{(P)\,A}{1 + (P)}} \right) \quad \ldots (4)$$

Und die oben gefundene, für jeden Punct der Trajectorie geltende Gleichung Nr. 1. wird nun, wenn ich $\frac{(P)}{1 + (P)} = m$ setze,

$$\frac{dz}{dx} = \frac{1}{\text{col. } I} \sqrt{[\text{lin.}^2 I - mA \,.\, (e^{\alpha z} - 1)]} \quad \ldots (5)$$

oder $dx = \frac{dz \,.\, \text{col. } I}{\sqrt{(\text{lin.}^2 I + mA)}} \times$

$$\left[1 + \frac{1 - \sqrt{\left(1 - \frac{mA \,.\, e^{\alpha z}}{\text{lin.}^2 I + mA}\right)}}{\sqrt{\left(1 - \frac{mA \,.\, e^{\alpha z}}{\text{lin.}^2 I + mA}\right)}} \right] \quad \ldots (6)$$

Das erste Glied dieser Gleichung läßt sich ohne alle Schwierigkeit integriren, das zweite aber am leichtesten dadurch, daß man $\sqrt{\left(1 - \frac{mA \,.\, e^{\alpha z}}{\text{lin.}^2 I + mA}\right)} = w$ setzt, wo sich dann ergiebt

$$x = \frac{\text{cof. I}}{\sqrt{(\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A})}} \times$$

$$\left[z - \frac{2}{\alpha} \log. \left(1 + \sqrt{(1 - \frac{\text{m A} \cdot e^{\alpha z}}{\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A}})}\right) + \text{Conſt.}\right]$$

oder weil x und z zugleich verſchwinden müſſen,

$$x = \frac{\text{cof. I}}{\sqrt{(\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A})}} \times$$

$$\left[z - \frac{2}{\alpha} \log. \frac{1 + \sqrt{(1 - \frac{\text{m A} \cdot e^{\alpha z}}{\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A}})}}{1 + \sqrt{(1 - \frac{\text{m A}}{\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A}})}}\right] \ldots (7)$$

Wir erhalten folglich für den kleinſten Werth von z, (aus Nr. 4)

$$x = \frac{\text{cof. I}}{\sqrt{(\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A})}} \times$$

$$\frac{2}{\alpha} \cdot \log. \frac{\sqrt{(\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A})}}{\sqrt{(\text{m A})}} \cdot \left(1 + \sqrt{(1 - \frac{\text{m A}}{\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A}})}\right)$$

oder $x = \frac{2 \cdot \text{cof. I}}{\alpha \cdot \sqrt{(\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A})}} \times$

$$\log. \frac{\text{fin. I} + \sqrt{(\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A})}}{\sqrt{(\text{m A})}} \ldots \ldots (8)$$

Dieſe Gleichung, mit der $z = \frac{1}{\alpha} \log. \frac{\text{fin.}^2 \text{I} + \text{m A}}{\text{m A}}$ verbunden, würde, wenn man I eliminiren könnte, die Gleichung für die Stelle der Minima geben.

Wenn man nun $\frac{dz}{dx}$ ſucht, ſo findet ſich, daſs dieſer Quotient verſchwindet, wenn $\text{I} = 0$ und wenn $\text{I} = 90°$ iſt; in dieſen beiden Fällen iſt alſo jene Curve, nämlich die, welche den geometriſchen

Ort der Minima darſtellt, *horizontal*. Dagegen, gieht es einen Fall, wo $\frac{dz}{dx}$ unendlich, alſo die Richtung der Curve *vertical* iſt. Dieſes geſchieht, wenn

$$\cos.^2 I = (1+n).\sin.I.\log.\frac{\sin.I+\sqrt{(\sin.^2 I+n)}}{\sqrt{n}} \quad \ldots(Q)$$
$$\sqrt{(\sin.^2 I+n)}$$

iſt, (wo $n = m\mathfrak{A}$ iſt,), und leicht findet, daſs dieſes bei kleinen Werthen von $m\mathfrak{A}$ geſchieht, wenn iſt

$$\sin.I = 1{,}66\,.\sqrt{(m\mathfrak{A})} - 0{,}8\,m\mathfrak{A}\,.\sqrt{(m\mathfrak{A})},$$

Aber bei dieſem Werthe von I wird auch $\frac{d^2z}{dx^2}$ unendlich; man findet alſo, daſs die Curve an dieſer Stelle ihre gröſste horizontale Entfernung vom Beobachter erreicht, und eine ovale in ſich zurückkehrende Form hat, etwa ſo wie bei der Abnahme der Brechungskraft in arithmetriſcher Progreſſion. Je kleiner $m\mathfrak{A}$ wird, deſto mehr entfernt ſich dieſer äuſserſte Punct der Curve der Minima vom Beobachter, und deſto geringer wird ſeine Tiefe. Er wird aber $m\mathfrak{A}$ deſto kleiner, je kleiner $m = \frac{(P)}{1+(P)}$, das iſt, je kleiner die brechende Kraft des Mediums iſt, und $m\mathfrak{A}$ wird auch deſto kleiner, je höher ſich der Beobachter in Schichten befindet, deren Brechungskraft weniger von Schicht zu Schicht verſchieden iſt. Denn da $\frac{(P)-P}{(P)} = A\,(e^{\alpha z}-1)$ war, ſo iſt $\frac{dP}{(P)\,dz} = -A\alpha\,.\,e^{\alpha z}$. Je kleiner $m\mathfrak{A}$ wird,

$$x = \frac{\text{cof. I}}{\sqrt{(\text{lin.}^2 \text{I} + \text{m A})}} \bowtie$$

$$\left[z - \frac{2}{a} \log. \left(1 + \sqrt{(1 - \frac{\text{m A}}{\text{lin.}}\right.\right.$$

oder weil x und z zugleich

$$x = \frac{\text{cof. I}}{\sqrt{(\text{lin.}^2 \text{I} + \text{m A})}} \bowtie$$

$$\left[z - \frac{2}{a} \log. \frac{1 + \sqrt{}}{1 -}\right.$$

finima,
alen ge-
hr kleine
id; dafs
der zu be-
e Ellipfe ange-
eine Axe vertical
Axe hiervon das Dop-
Auge des Beobachters im
Axe befindet.

Wir erhalten fol[illegible] (aus Nr. 4)

$$x = \frac{\text{cof. I}}{\sqrt{(\text{lin.}^2}}$$

$$\frac{2}{a}$$

oder

[illegible]genden Unterfuchungen wird es
[illegible]rden, hier noch eine allgemeinere
[illegible]zuftellen *über den Fall*, wenn die
[illegible] Kraft in den Schichten nach irgend ei-
[illegible] *abnehmend* ift, die Verfchiedenheit
[illegible]r brechenden Kräfte fich aber nur bis auf eine
[illegible] Höhe erftreckt, und der Beobachter fich
[illegible]halb diefer in Schichten von *unveränderlicher*
Dichtigkeit befindet. Es kömmt darauf an, zu be-
[illegible]timmen, welchen Einfluls in diefem Fall die Höhe
[illegible] Beobachters auf den geometrifchen Ort der Mi-
[illegible]ima der Bahnen des Lichtftrahls hat.

Um ganz allgemein das Gefetz der Variation der brechenden Kräfte in den unteren Schichten darzuftellen, wollen wir annehmen, dafs der Ort der Minima für den Fall, da der Beobachter fich gerade in der Gränze der veränderlichen Schichten befindet, durch $z = \pi(I)$ und $x = \psi(z)$ gege-

...nten hier π und ψ unbeſtimmte
...fferentiale ſich durch $\pi'(I)\,dI$
... laſſen. Wenn die bre-
...bei zunehmender Tiefe
... einzige Fall, den wir hier
...o iſt $\frac{dz}{dI}$ oder $\pi'(I)$ unterhalb
...ers immerfort poſitiv, aber $\frac{dx}{dz}$ oder
...n poſitiv oder negativ, $= o$ oder $= \infty$
...n, ja aus einem dieſer Zuſtände in den an-
...rn übergehn, je nachdem das Geſetz der Ab-
nahme es mit ſich bringt.

Man denke ſich, das Auge des Beobachters rücke, ohne daſs der Anfangspunct der Coordinaten ſich verändere, in eine Höhe $= H$, längs der Ordinate z hinauf, und es befinde ſich alſo in der Höhe $= H$ oberhalb der Horizontal-Gränze der veränderlichen Brechungskräfte. Eine Trajectorie, die vom Auge des Beobachters unter irgend einer Neigung $= I$ ausgeht, wird dann ungekrümmt die Tiefe $= H$ durchlaufen, und dieſe gerade Richtung wird die Tangente der Trajectorie an dem Puncte ſeyn, wo ihre Krümmung beim Eintritt in die Schichten von veränderlicher Dichtigkeit anfängt. Es iſt alſo nun ſo gut, als ob die Trajectorie in der Höhe $z = o$ und in dem horizontalen Abſtande $x = \frac{H}{\text{tang. } I}$ in die veränderlichen Schichten einträte, und es wird daher der Ort

der Minima durch $z = \pi(I)$ und $x = \frac{H}{\text{tang. } I} + \psi(z)$ beſtimmt. Dieſe Gleichungen geben

$$\frac{dx}{dz} = -\frac{H \cdot \frac{dI}{dz}}{\text{lin.}^2 I} + \psi'(z),$$

oder, da $\frac{dI}{dz} = \frac{1}{\pi'(I)}$ iſt,

$$\frac{dz}{dx} = \frac{1}{\psi'(z) - \frac{H}{\pi'(I) \cdot \text{lin.}^2 I}};$$

eine Gleichung, welche für $H = o$ in $\frac{dz}{dx} = \frac{1}{\psi'(z)}$ übergeht.

Wir wollen nun unterſuchen, welche Aenderung in den Reſultaten die Einführung der Gröſse H hervorbringt.

Für $I = 90°$ iſt bei jedem Geſetze der brechenden Kräfte die Trajectorie ganz einerlei mit der Axe der z, und bei kleinen Abweichungen von dieſem Werthe fangen die Minima an, ſich ein wenig von dieſer Axe zu entfernen; $\psi'(z)$ iſt alſo gewiſs negativ für Werthe von I, die von 90 Graden wenig verſchieden ſind *); aber die Neigung der Curve der Minima gegen den Horizont iſt an der Stelle, wo $x = o$, deſto kleiner, je gröſser H iſt. Iſt nun das Geſetz der brechenden Kräfte ſo beſchaffen, daſs $\psi'(z)$ immerfort in allen Schichten

*) Mit der Entfernung von der Verticallinie des Beobachters wird nämlich die Tiefe des *Minimum* geringer. *Br.*

negativ bleibt, ſo wird für jeden Werth von H die Curve in einerlei Sinne fortgehn, das iſt, die Tangenten werden immer an einerlei Seite der Axe z in die Axe der x einſchneiden. Könnte dagegen $\psi'(z)$ Null werden, und dann poſitiv, ſo würde für $H=o$ die Curve der Minima eine Stelle haben, wo ihre Richtung vertical wäre, und von wo ab ſie gegen den Anfangspunct der x zurückkehrte. Dann würde auch für jeden Werth von H der Fortgang der Curve nach der Richtung der x ſchwächer werden, und ſogar ein Zurückkehren gegen den Anfangspunct der x eintreten, ſobald das poſitive $\psi'(z) > \frac{H}{\pi'(I).\text{ſin.}^2 I}$ würde. Aber bei abnehmendem I wächſt $\frac{H}{\pi'(I).\text{ſin.}^2 I}$, und dieſer Umſtand vermindert die Stärke jenes Zurücklaufens, ja, wenn H groſs genug iſt, wird nie ein völliges Zurückkehren zur Axe der x Statt finden. Für $I=o$ wird endlich $\frac{dz}{dx}$ allemal $=o$; die Curve hat daher jedesmal eine horizontale Aſymptote, die mit der Axe der x oder der Gränze der brechenden Schichten völlig einerlei iſt. Es iſt alſo möglich, daſs die Curve, worin die Minima der Höhe aller Trajectorien liegen, *Beugungen* hat, vermöge welcher ſie ſich bald dem Anfangspuncte der x nähert, bald ſich von ihm entfernt; aber bei jedem Geſetze der brechenden Kräfte endigt ſich dieſe Curve in einen gegen die Axe der x convexen Aſt, der ſich dieſer

Axe unterhalb unendlich nähert. Dieſer von Wendungspuncten und von rückwärts gehenden Beugungen freie Aſt fängt bei deſto gröſseren Neigungen an, je höher der Beobachter ſich über den veränderlichen Schichten befindet, und bei den Brechnungen in der atmoſphäriſchen Luft wird es wohl immer hinreichend ſeyn, nur dieſen Aſt zu betrachten.

Eine Betrachtung, die in dieſer Materie von ſo groſser Wichtigkeit iſt, verdient durch ein *Beiſpiel* erläutert zu werden. Nimmt in den Schichten von ungleicher Dichtigkeit die Brechungskraft in arithmetiſcher Progreſſion ab, ſo iſt

$$P = (P)(1 - Az) \text{ und nach (1)}$$

$$dx = \frac{\text{cof.I.}\, dz}{\sqrt{(\text{ſin.}^2 I - mAz)}}, \text{ wenn } \frac{(P)}{1+(P)} = m \text{ iſt.}$$

Daraus folgt:

$$x = Conſt. - \frac{2.\text{cof.I.}}{mA}\sqrt{(\text{ſin.}^2 I - mAz)} \ldots (10)$$

und für die Stelle des *Minimum*

$$z = \frac{\text{ſin.}^2 I}{mA}, \text{ und } x = \frac{\text{ſin.}^2 I}{mA}, \ldots\ldots (11)$$

indem $Conſt. = \frac{\text{ſin.}^2 I.}{mA}$ wird, wenn x und z zugleich verſchwinden ſollen. Für einen um die Höhe $= H$ über jene Schichten erhobenen Beobachter würden wir alſo

$$z = \frac{\text{ſin.}^2 I}{mA} \text{ und } x = \frac{H}{\text{tang. I}} + \frac{\text{ſin.}^2 I}{mA} \ldots\ldots (12)$$

erhalten, als Coordinaten für den jedesmaligen *Ort des Minimum*. Hieraus folgt

$$\frac{dz}{dx} = \frac{\sin.2I}{2.\cos.2I - \frac{mA.H}{\sin.^2 I}} \quad \ldots\ldots (13)$$ *)

Die Curve, welche den geometrischen Ort der Minima darstellt, hat also zwei *verticale Tangenten*, deren Lage bestimmt wird durch

$$\sin.^2 I = \tfrac{1}{2} \pm \sqrt{(\tfrac{1}{4} - \frac{mAH}{4})} \quad \ldots\ldots (14)$$

Die Form dieser Curve ist in Fig. 1 Tab. III dargestellt. Für H=0 kommt der Punct M' in A zu liegen, und ist sie eine Ellipse. Für $H > \frac{1}{4mA}$ wird eine verticale Tangente unmöglich, und hat die Curve in der Gegend M nur einen Wendungspunct, und entfernt sich von Z an immer weiter von AZ.

Liegt der feste Boden, über welchem sich die Schicht des brechenden Medii befindet, nicht so niedrig, dass die tiefsten Minima darin noch Raum finden, so sey die Tiefe des Bodens $z=f$, und es wird nun $I' = Arc.\,sin.\,\sqrt{(mAf)}$ der Werth von I für den Strahl, dessen Minimum den Boden berührt. Soll dieser Werth mit dem Puncte M' zusammentreffen, dem höchsten, wo eine Bewegung rückwärts eintritt, so muss, wofern I' sehr klein ist, $H=2.f$, oder die Höhe des Auges über dem Boden 3 Mal so gross als die Dicke der Schicht seyn, in welcher die brechende Kraft ungleich ist.

*) Ein und derselbe übersehene Druckfehler entstellt auf der nebenstehenden S. 272, die Werthe von x Zeile 8 von unten (11), von *Const.*, Z. 7 v. u., und von x, Z. 3 v. u. (12); in den drei Formeln für sie setze man *sin. 2 I.* statt *sin.² I.* G.

Obgleich nun dieſe Schlüſſe hier nur an einem einzelnen Beiſpiele durchgeführt ſind, ſo läſst ſich doch zeigen, daſs *allemal*, wenn der Beobachter ſich aufserhalb der veränderlichen Schichten befindet, die Curve der Minima für kleine I einen Aſt hat, der ſich der Gränze der veränderlichen Schichten als einer Aſymptote nähert, und daſs das Minimum der Trajectorie ſich für kleine Werthe von I deſto mehr vom Beobachter entfernt, je kleiner I iſt.

Betrachtung des zweiten Aſtes der Trajectorien; Beſtimmung ihrer Durchſchnittspuncte.

In allen Fällen, wenn die Brechungskraft der Schicht bei zunehmender Tiefe regelmäſsig abnimmt, liegt das Minimum einer Trajectorie deſto tiefer, mit je ſtärkerer Neigung vom Auge des Beobachters ſie ausgeht; die erſten Aeſte zweier ſolcher Trajectorien, die ſich im Auge des Beobachters durchkreuzen, können ſich alſo nicht noch einmal ſchneiden. Das Erſtere erhellt aus der Formel (1), die ſich durch

$$\frac{dz^2}{dx^2} = \text{tang.}^2 I \cdot \left(1 - \frac{(P)-P}{1+(P)}\right) - \frac{(P)-P}{1+(P)} \quad (1)$$

darſtellen läſst; denn für das Minimum giebt ſie $\text{tang. } I = \sqrt{\frac{(P)-P}{1+P}}$, und alſo einen deſto gröſsern Werth von I, je kleiner P iſt, oder je tiefer die Schicht liegt, in der der Strahl ſein Minimum erreicht. Dieſelbe Formel zeigt aber auch allgemein,

dafs die Neigung der Trajectorie in einer *beſtimmten* Schicht deſto gröſser iſt, je gröſser *tang. I* war. Die Trajectorie, deren Neigung am Auge des Beobachters gröſser war, bleibt alſo in jeder Schicht ſtärker geneigt als die andre, und bleibt daher diesſeits des Minimum immerfort hinter der andern zurück, für die I kleiner war; woraus folgt, dafs kein zweites Durchſchneiden der erſten Aeſte Statt findet.

Aber einen zweiten Durchſchnittspunct der Trajectorien mufs es dennoch geben, er liege nun bei beiden auf den zweiten Aeſten, oder auch auf dem erſten Aſte der einen und dem zweiten der andern. Da alle Trajectorien aus zwei ſymmetriſchen Aeſten beſtehn, ſo liegt der zweite Durchſchnittspunct eben ſo hoch als der erſte, wenn die Minima beider Trajectorien ſich in einerlei Verticallinie befinden. Liegt das Minimum der tiefer eindringenden Trajectorie dem Beobachter näher, ſo wird ihr zweiter Durchſchnittspunct mit einer flachern Trajectorie ſich in einer Schicht befinden, die niedriger liegt, als die des Beobachters, und das Umgekehrte wird Statt finden, wenn die tiefer eindringende Trajectorie ihr Minimum entfernter vom Beobachter erreicht. Es läſst ſich auch zeigen, dafs es nur noch *einen* ſolchen Durchſchnittspunct geben kann. Denn wenn dieſer auf beiden zweiten Aeſten der Trajectorien liegt, ſo gelten dafür eben die Gründe, welche zeigten, dafs beide erſte Aeſte ſich nur einmal ſchneiden konnten. Liegt er

Obgleich nun dieſe Schlüſſe hier nur an einem einzelnen Beiſpiele durchgeführt ſind, ſo läſst ſich doch zeigen, daſs *allemal*, wenn der Beobachter ſich aufserhalb der veränderlichen Schichten befindet, die Curve der Minima für kleine I einen Aſt hat, der ſich der Gränze der veränderlichen Schichten als einer Aſymptote nähert, und daſs das Minimum der Trajectorie ſich für kleine Werthe von I deſto mehr vom Beobachter entfernt, je kleiner I iſt.

Betrachtung des zweiten Aſtes der Trajectorien; Beſtimmung ihrer Durchſchnittspuncte.

In allen Fällen, wenn die Brechungskraft der Schicht bei zunehmender Tiefe regelmäſsig abnimmt, liegt das Minimum einer Trajectorie deſto tiefer, mit je ſtärkerer Neigung vom Auge des Beobachters ſie ausgeht; die erſten Aeſte zweier ſolcher Trajectorien, die ſich im Auge des Beobachters durchkreuzen, können ſich alſo nicht noch einmal ſchneiden. Das Erſtere erhellt aus der Formel (1), die ſich durch

$$\frac{dz^2}{dx^2} = \text{tang.}^2 I \cdot \left(1 - \frac{(P)-P}{1+(P)}\right) - \frac{(P)-P}{1+(P)} \quad (1)$$

darſtellen läſst; denn für das Minimum giebt ſie $\text{tang. } I = \sqrt{\frac{(P)-P}{1+P}}$, und alſo einen deſto gröſsern Werth von I, je kleiner P iſt, oder je tiefer die Schicht liegt, in der der Strahl ſein Minimum erreicht. Dieſelbe Formel zeigt aber auch allgemein,

dafs die Neigung der Trajectorie in einer *beſtimmten* Schicht deſto gröſser iſt, je gröſser *tang. I* war. Die Trajectorie, deren Neigung am Auge des Beobachters gröſser war, bleibt alſo in jeder Schicht ſtärker geneigt als die andre, und bleibt daher diesſeits des Minimum immerfort hinter der andern zurück, für die I kleiner war; woraus folgt, dafs kein zweites Durchſchneiden der erſten Aeſte Statt findet.

Aber einen zweiten Durchſchnittspunct der Trajectorien mufs es dennoch geben, er liege nun bei beiden auf den zweiten Aeſten, oder auch auf dem erſten Aſte der einen und dem zweiten der andern. Da alle Trajectorien aus zwei ſymmetriſchen Aeſten beſtehn, ſo liegt der zweite Durchſchnittspunct eben ſo hoch als der erſte, wenn die Minima beider Trajectorien ſich in einerlei Verticallinie befinden. Liegt das Minimum der tiefer eindringenden Trajectorie dem Beobachter näher, ſo wird ihr zweiter Durchſchnittspunct mit einer flachern Trajectorie ſich in einer Schicht befinden, die niedriger liegt, als die des Beobachters, und das Umgekehrte wird Statt finden, wenn die tiefer eindringende Trajectorie ihr Minimum entfernter vom Beobachter erreicht. Es läſst ſich auch zeigen, dafs es nur noch *einen* ſolchen Durchſchnittspunct geben kann. Denn wenn dieſer auf beiden zweiten Aeſten der Trajectorien liegt, ſo gelten dafür eben die Gründe, welche zeigten, dafs beide erſte Aeſte ſich nur einmal ſchneiden konnten. Liegt er

Obgleich nun dieſe Schlüſſe hier nur an einem einzelnen Beiſpiele durchgeführt ſind, ſo läſst ſich doch zeigen, daſs *allemal*, wenn der Beobachter ſich auſserhalb der veränderlichen Schichten befindet, die Curve der Minima für kleine I einen Aſt hat, der ſich der Gränze der veränderlichen Schichten als einer Aſymptote nähert, und daſs das Minimum der Trajectorie ſich für kleine Werthe von I deſto mehr vom Beobachter entfernt, je kleiner I iſt.

Betrachtung des zweiten Aſtes der Trajectorien; Beſtimmung ihrer Durchſchnittspuncte.

In allen Fällen, wenn die Brechungskraft der Schicht bei zunehmender Tiefe regelmäſsig abnimmt, liegt das Minimum einer Trajectorie deſto tiefer, mit je ſtärkerer Neigung vom Auge des Beobachters ſie ausgeht; die erſten Aeſte zweier ſolcher Trajectorien, die ſich im Auge des Beobachters durchkreuzen, können ſich alſo nicht noch einmal ſchneiden. Das Erſtere erhellt aus der Formel (1), die ſich durch

$$\frac{dz^2}{dx^2} = \text{tang.}^2 I \cdot \left(1 - \frac{(P)-P}{1+(P)}\right) - \frac{(P)-P}{1+(P)} \cdot \quad (1)$$

darſtellen läſst; denn für das Minimum giebt ſie $\text{tang. } I = \sqrt{\frac{(P)-P}{1+P}}$, und alſo einen deſto gröſsern Werth von I, je kleiner P iſt, oder je tiefer die Schicht liegt, in der der Strahl ſein Minimum erreicht. Dieſelbe Formel zeigt aber auch allgemein,

dafs die Neigung der Trajectorie in einer *beſtimmten* Schicht deſto gröſser iſt, je gröſser *tang. I* war. Die Trajectorie, deren Neigung am Auge des Beobachters gröſser war, bleibt alſo in jeder Schicht ſtärker geneigt als die andre, und bleibt daher diesſeits des Minimum immerfort hinter der andern zurück, für die I kleiner war; woraus folgt, dafs kein zweites Durchſchneiden der erſten Aeſte Statt findet.

Aber einen zweiten Durchſchnittspunct der Trajectorien mufs es dennoch geben, er liege nun bei beiden auf den zweiten Aeſten, oder auch auf dem erſten Aſte der einen und dem zweiten der andern. Da alle Trajectorien aus zwei ſymmetriſchen Aeſten beſtehn, ſo liegt der zweite Durchſchnittspunct eben ſo hoch als der erſte, wenn die Minima beider Trajectorien ſich in einerlei Verticallinie befinden. Liegt das Minimum der tiefer eindringenden Trajectorie dem Beobachter näher, ſo wird ihr zweiter Durchſchnittspunct mit einer flachern Trajectorie ſich in einer Schicht befinden, die niedriger liegt, als die des Beobachters, und das Umgekehrte wird Statt finden, wenn die tiefer eindringende Trajectorie ihr Minimum entfernter vom Beobachter erreicht. Es läſst ſich auch zeigen, dafs es nur noch *einen* ſolchen Durchſchnittspunct geben kann. Denn wenn dieſer auf beiden zweiten Aeſten der Trajectorien liegt, ſo gelten dafür eben die Gründe, welche zeigten, dafs beide erſte Aeſte ſich nur einmal ſchneiden konnten. Liegt er

aber auf dem erſten Aſte der weniger eindringenden und auf dem zweiten Aſte der tiefer eindringenden Trajectorie, ſo läſst ſich leicht überſehn, daſs der zweite Aſt jener dem zweiten Aſte dieſer weit vorauslaufen wird, da ſeine mehr horizontale Richtung ihn von Schicht zu Schicht immer mehr von dem letztern entfernt. Es verſteht ſich übrigens von ſelbſt, daſs dieſe Schlüſſe nur gelten, wenn die Brechungskraft in gröſserer Tiefe immer abnimmt. Wäre dieſes nicht der Fall, ſondern fände ein wechſelndes Ab- und Zunehmen Statt, ſo müſste man ähnliche Ueberlegungen auf jede aus regelmäſsigen Schichten beſtehende Zone beſonders anwenden.

Wir gehen jetzt zur Beantwortung der Frage über, *wie die Durchſchnitte zweier einander nächſten Trajectorien auf einander folgen*, indem man die ganze Reihe der verſchiedenen Trajectorien durchgeht. Die Unterſuchung wird ſich am klarſten an einem *Beiſpiel* überſehn laſſen, wozu wir den Fall wählen, da die brechende Kraft in *arithmetiſcher Progreſſion abnimmt*. Für dieſen Fall fanden wir (10)

$$x = \frac{2 . \text{cof.} I}{mA} [\text{ſin.} I - \sqrt{(\text{ſin.}^2 I - mAz)}] \ldots (10)$$

und wenn X, Z die Coordinaten des Minimum ſind,

$$X = \frac{2 . \text{ſin.} I . \text{cof} I}{mA} \text{ und } Z = \frac{\text{ſin.}^2 . I}{mA} \ldots . (11)$$

Es iſt einleuchtend, daſs für die Abſciſſe $= 2X$ die Curve wieder eben die Höhe, wie für $x = o$, und

überhaupt für die Abſciſſe $= 2X - x$, eben die Höhe wie für x erreicht, weil ſie in Beziehung auf den Punct des Minimum ſymmetriſch iſt. Es iſt daher für den zweiten Aſt der Curve

$$x = \frac{2.\cos.I}{mA}\left[\sin.I + \sqrt{(\sin.^2I - mAz)}\right]$$

und für beide paſst die quadratiſche Gleichung

$$mAx^2 - 2x.\sin.2I + 2(1+\cos.2I)z = 0 \ldots. (15).$$

Dieſe Trajectorien ſind, wie die Gleichung zeigt, *Parabeln* mit *verticalen* Axen.

Betrachten wir zwei einander zunächſt folgende Trajectorien, ſo müßten wir bei der einen die Neigung $= I$, bei der andern $= I + dI$ ſetzen, und x würde im Allgemeinen als Function von I und z zu betrachten ſeyn. Verlangen wir aber eine Gleichung für die Durchſchnittspuncte zweier ſolcher zunächſt auf einander folgender Parabeln, ſo ſoll für dieſe Puncte x und z ungeändert bleiben, obgleich I ſich ändert; das heißt, wenn wir die Gleichung (15) vollſtändig differentiiren, ſo ſollen dx und dz verſchwinden, ohne daſs dI verſchwindet. Es muſs folglich der Coefficient von dI oder

$$x\cos.2I + z.\sin.2I = 0 \ldots. (16)$$

ſeyn. Dieſer Punct ſoll auch zugleich auf der erſten Parabel liegen, und weil z jetzt $= -x\cotang.2I$ iſt, ſo wird

$$x^2.mA - 2x\sin.2I - 2x.\cotang.2I(1+\cos.2I) = 0 \ldots. (17),$$

eine Gleichung, deren Wurzeln

$$x = 0 \text{ und } x = \frac{2.\cotang.I}{mA} \text{ ſind.}$$

Aus ihr ergiebt sich daher

$$z = -\frac{2}{mA}\left(\frac{1}{2 \cdot \sin.^2 I} - 1\right) \ldots . (18)$$

$$\text{oder } z = \frac{1}{mA} - \frac{mAx^2}{4} \ldots . (19)$$

Die Gleichung (17) giebt den Werth von x und die Gleichung (18) den Werth von z für einen *Durchschnittspunct* aus dem gegebnen I. Wenn man also I eliminirt, so ist (19) *die Gleichung für den geometrischen Ort aller jener Durchschnittspuncte zweier zunächst auf einander folgender Trajectorien*, oder die Gleichung für eine Curve, welche alle durch das Auge des Beobachters gehende Trajectorien berührt. Wir wollen diese Curve hier die *Gränzcurve (courbe limite ou caustique)* nennen. Sie ist in unserm Falle eine *Parabel*, deren Hauptaxe mit der Axe der z zusammen fällt, und deren Scheitel in der Tiefe $= \frac{1}{mA}$ liegt, wohin das Minimum für $I = 90°$ fällt.

Diese Resultate sind in Figur 2 auf Tafel III dargestellt. O ist das Auge des Beobachters; die Ellipse OSZ ist der *Ort der Minima*, und die Parabel ZMFT die *Gränzcurve*. Diese berührt alle Trajectorien, und zwar diejenigen, für welche I wenig von 90 Graden verschieden ist, sehr nahe bei Z; die, welche mit einem kleinern I zusammen gehören, in grösserer Entfernung von Z; endlich die Trajectorie OT', für welche $I = o$ ist, erst in unendlicher Höhe. Die letztere Trajectorie ist

nichts anders als eine der ZT völlig gleiche Parabel. Wir haben hier alſo den durch die Parabel ZT begränzten Raum als denjenigen, in welchem alle die Trajectorien befindlich ſind, die innerhalb der unter O liegenden Schichten zum Auge gelangen können, und Gegenſtände, welche außerhalb dieſer Gränzcurve liegen, ſind dem Beobachter in O gänzlich unſichtbar. Von jedem Puncte eines Gegenſtandes AB, welcher zwiſchen der Trajectorie OT' und der Gränzcurve liegt, laſſen ſich zwei Trajectorien ziehen, deren zweite Aeſte die Gränzcurve berühren, und deren erſte Aeſte ſich im Auge des Beobachters durchkreuzen; zum Beiſpiel für A die Trajectorien At''O und t'AO. Der Beobachter in O ſieht alſo von jedem Puncte des Gegenſtandes AB *zwei* Bilder, die aber darin von einander abweichen, daſs für die Trajectorien, welche die Gränzcurve jenſeits des Gegenſtandes berühren, dieſe Bilder in eben der Ordnung auf einander folgen, wie beim geradlinigten Sehen, und uns folglich den Gegenſtand *aufrecht* zeigen, ſtatt daſs die Trajectorien, welche diesſeits des Gegenſtandes die Gränzcurve berühren, ſich einander durchkreuzen, in umgekehrter Ordnung zum Auge kommen, und daher ein *umgekehrtes* Bild des ganzen Gegenſtandes zeigen. Das erſtere Bild iſt in Fig. 2 durch A'B', das letztere durch A''B'' vorgeſtellt. — Die beiden Trajectorien gehn in eine einzige über, wenn der Punct, von dem ſie ausgehen, in der Gränzcurve ſelbſt liegt, und ein ſolcher Punct erſcheint folg-

lich nur einfach. Wäre die Curve OF'F. die Bahn des von dem Puncte F ausgehenden Lichtſtrahls, und erſtreckte der Gegenſtand AB ſich bis an die Gränzcurve hinab, ſo würde das aufrechte Bild ſich in F' an das umgekehrte anſchlieſsen, der Punct F erſchiene nur einfach, und tiefer liegende Puncte würden gar nicht geſehn. — Punote, die oberhalb OT' liegen, zeigen ſich zwar auch in doppelten Bildern, aber die Minima der ſich in O und in einem ſolchen Puncte durchkreuzenden Trajectorien liegen nun nicht mehr beide rechts von der Axe, ſondern das Minimum der weniger eindringenden Trajectorie links, wo ſich auch ihr Berührungspunct mit der Gränzcurve befindet. Hier würde alſo der erſte Aſt der obern Trajectorie von der untern zweimal, der zweite gar nicht geſchnitten. Die Figur zeigt ſolche Trajectorien in aa'O, aa"O.

In der Natur findet der Fall nie Statt, daſs alle Trajectorien, wenn ſie auch mit ſehr ſtarker Neigung in das Medium eintreten, wirklich ihr Minimum erreichen, indem dazu, wie wir ſchon oben gezeigt haben, ſehr häufig eine bis auf Null verminderte, ja wohl gar eine abſolut negative Brechungskraft erforderlich wäre. Den Fall, da eine Gränze für die Brechungskräfte und für die Trajectorien Statt findet, ſtellt Fig. 2 dar, wenn wir durch eine horizontale Linie hM' die Schichten abſondern, die in dem beſtimmten Falle nicht vorkommen. Die Trajectorien, welche unterhalb dieſer Linie, (die wir als den feſten Boden betrachten können,)

fortgehend, zum Auge gelangen sollten, kommen jetzt nicht in dasselbe, und da OSF die letzte oberhalb des Bodens M'h fortgehende Trajectorie ist, so sind alle unterhalb sF liegende Gegenstände unsichtbar. Diese *letzte Trajectorie* ist bis an den Berührungspunct F die *Gränze der sichtbaren Gegenstände*, von da an aber ist solches die schon betrachtete Gränzcurve FT. Die Objecte, welche in dem Raume TFT'' liegen, sind jetzt die einzigen, welche dem Beobachter in O doppelte Bilder liefern können; denn für alle andere im sichtbaren Raume liegende Gegenstände würde diejenige Trajectorie, welche das umgekehrte Bild liefern sollte, ihren Scheitel unterhalb M'h haben, und folglich nicht zum Auge gelangen.

Obgleich diese Resultate sich hier nur als Folgerung aus einem einzelnen bestimmten Gesetze der Brechungskräfte ergeben, so sind sie doch weit *allgemeiner;* und wenn die Gränzcurve nicht etwa mehrere Aeste oder mehrere Beugungen hat, so wird man die Erscheinungen, der bisherigen Theorie gemäss, kurz so übersehn können. Es sey M'h (Fig. 2) der feste Boden, über welchem sich die brechenden Luftschichten befinden, und ein immer gleich hoch bleibender Gegenstand, z. B. ein Mensch, bewege sich auf dieser horizontalen Ebne fort, wie das in Fig. 3 dargestellt ist. Dieser wird, bis er von M' nach S gelangt, auf die gewöhnliche Weise erscheinen. Entfernt er sich aber weiter

vom Beobachter, ſo wird der unter SF liegende Theil des Körpers unſichtbar, ohne daſs noch eine Verdoppelung des Bildes Statt findet; es ſcheint nämlich dann, als ob der Menſch ſich an der Gränze des Horizonts befinde, und als ob ſein unterer Theil verſchwunden ſey und nur noch der obere über den Horizont hervorrage. Hat der Menſch den Punct F erreicht, wo die letzte Trajectorie die eigentliche Gränzcurve FT berührt, ſo erſcheint nun der unterhalb FT liegende Theil gar nicht; der in dem Raume TFT″ enthaltene Theil zeigt ſich in einem aufrechten und einem umgekehrten Bilde, und der über FT″ hinauf liegende Theil erſcheint blos in gewöhnlicher aufrechter Stellung. Bei wachſender Entfernung verſchwindet von dem Menſchen von unten her immer mehr, man ſieht nur noch den Kopf und die Bruſt des Menſchen, und dieſe zugleich wie geſpiegelt und wie in der Luft ſchwebend, wenn der Kopf ſich nicht mehr bis an F′T″ erſtreckt. Endlich wenn der höchſte Punct des Kopfes in FT fällt, verſchwindet der letzte Punct des Gegenſtandes oberhalb des Horizonts im freien Himmel.

Beſtätigung durch Beobachtungen.

Beobachtungen, die wir, Hr. Mathieu und ich, (ſagt Hr. Biot,) in Dünkirchen angeſtellt haben, ſtimmen genau mit dieſen theoretiſch gefundenen Reſultaten überein. Es diente uns dabei ein Mann, der einen langen hölzernen Maaſsſtab ſchief trug, zum Signal; Fig. 4 bildet die Er-

ſcheinung ab, wie wir ſie ſahen. Wo der Maaſsſtab einen Bruch zu haben ſcheint, iſt der Punct des Körpers, den die Gränzcurve durchſchneidet; er giebt alſo die mit der Entfernung zunehmende Höhe der Gränzcurve über dem Boden *).

Dieſes hat uns dazu gedient, die Ordinaten der Gränzcurve *(caustique)* und die der letzten Trajectorie *(trajectoire limite)* in verſchiedenen Entfernungen durch wirkliche Beobachtung genau zu beſtimmen. Die 5te Figur ſtellt die angewendete Methode dar. Einer von uns blieb am Wiederholungskreiſe, und richtete das Fernrohr deſſelben auf einen in Centimeter getheilten hölzernen Maaſsſtab, welchen der zweite Beobachter in beſtimmten und bekannten Entfernungen vertical aufrichtete. Hier würde nun zwar ſchon die Beobachtung desjenigen Punctes, von welchem an die Abtheilungen in umgekehrter Ordnung abwärts zu gehen ſchienen, oder ſich geſpiegelt zeigten, die Höhe der Gränzcurve an jener Stelle angegeben haben; da es aber bei dem heftigen Wallen der Luft ſehr ſchwer war, dieſen Punct deutlich zu erkennen, ſo bedienten wir uns eines kleinen Merkſtabes, den der zweite Beobachter ſchief gegen den verti-

*) Wenn man in der Erfahrung nicht bemerkt, daſs in der Gegend zwiſchen s und F der untere Theil des Gegenſtandes ſchon verſchwindet, ehe eine Verdoppelung des höhern ſichtbar wird, ſo rührt das nur daher, weil bei der Brechung in der Luft ſowohl die Trajectorien als die Gränzcurve überaus flach ſind, und daher der Zwiſchenraum Sr″F ſo gut wie gar nicht merklich iſt. *Br.*

calen Maafsſtab hielt, ſo wie es die Figur zeigt; und zwar erſt bei einem, dann bei zwei, dann bei drei Decimeter Höhe u. ſ. f.; wobei er die Veränderungen der Höhe jedesmal durch Aufheben der andern Hand bezeichnete. Lag nun der an dem Maafsſtabe bezeichnete Punct unterhalb der Gränzcurve, ſo wurde der erſte Beobachter in dem Fernrohre weder die Spitze des kleinen Stabes, noch die Hand, die ihn hielt, gewahr, wie man in *a*, Fig. 5, ſieht. Befand ſich jener Punct gerade in der Gränzcurve, ſo berührten ſich die Spitzen beider Bilder, wie in *b*; wurde der Merkſtab dann von Decimeter zu Decimeter weiter erhoben, ſo entfernten ſich die Bilder von einander, wie in *c*, und auf dieſe Art liefs ſich die Höhe der Gränzcurve über dem Boden an dieſer Stelle bis auf Theile eines Decimeters finden. Endlich ſchien beim immer Höherrücken des Merkſtabes das untere Bild ſich am Horizonte zu verlieren, wie in *d*, nämlich dann, wenn die Spitze des Merkſtabes ſich in der äuſserſten noch zum Auge gelangenden Trajectorie befand; wodurch ſich die Ordinate dieſer letzten Trajectorie, das iſt ihre Höhe über dem Boden ergab. Es iſt zu bemerken, dafs hierbei das untere Bild ungleichförmig herabrückte, indem die Spitze des Merkſtabes um gleiche Theile hinaufrückte; und zwar erniedrigte ſich jenes deſto langſamer, je näher es dem ſcheinbaren Horizonte kam, wo die Aenderung ſeiner Stelle faſt unmerklich wurde, ob-

gleich der Stab immer um gleich viel hinaufrückte. Dieſe Beobachtung zeigt, daſs die umgekehrten Bilder der Gegenſtände um ſo kürzer in Vergleichung gegen die aufrechten ſind, je mehr der Gegenſtand ſich oberhalb der Gränzcurve befindet. Dieſes, auch ſonſt ſchon bekannte Reſultat haben wir durch genaue Meſſungen beſtätiget, und daſs es ſo ſeyn muſs, findet ſich auch durch die Rechnung, wie wir noch in der Folge zeigen werden.

Auf dieſem Wege verſchafften wir uns an einem ganz wolkenloſen Tage die Coordinaten ſowohl für die Gränzcurve, als für die äuſserſte Trajectorie, ſo wie ſie nämlich gerade bei dieſem Zuſtande der Luft Statt fanden. Aber um ſie zu benutzen, und beide Curven zeichnen zu können, muſsten wir noch die ganz genaue *Lage des Bodens* kennen, nämlich ſein Steigen und Fallen, indem jene Coordinaten auf ihn bezogen worden waren. Ungeachtet er einen Theil des Strandes ausmachte, ſo war er doch weder eben, noch horizontal; er ſtieg vielmehr von unſerm Standpuncte an, bis an die Gegenſtände, welche wir beobachteten, allmählig an, anfangs ſtärker, dann aber nur ſehr allmählig unter einem Winkel von etwa 1′ 18″. Wir haben ihn auf das allerſorgfältigſte nach der Richtung der Geſichtslinie mittelſt unſers Wiederholungskreiſes nivellirt, indem wir dieſen immer um 185 Meter weiter aufſtellten. Die Reſultate dieſes *Nivellements* ſind folgende:

Abstände der Stationen von dem Beobachter.		Höhenunterschied des Bodens.
1ste Station	0 Meter	0 Centimeter
2te —	185 —	+ 58 —
3te —	370 —	+ 65 —
4te —	555 —	+ 65 —
5te —	740 —	+ 75 —
6te —	925 —	+ 86,5 —
7te —	1110 —	+ 99,5 —
8te —	1295 —	+ 100 —
9te —	1665 —	+ 115 —

Wegen dieser sanften Erhebung des Bodens wurde die scheinbare Spiegelung der Gegenstände uns bei der geringsten Erwärmung des Bodens täglich sichtbar, wo man anderswo sie nicht hätte wahrnehmen können. Aber es läßt sich leicht erachten, daß die Erscheinungen aus eben diesem Grunde sich nur an dem einen Ende der Linie vortheilhaft, an dem andern aber in viel schwächerem Maaße zeigen mußten. Während dem ersten Beobachter, der an dem Fernrohre stand, der andere Beobachter schon wie mit dem halben Leibe in Wasser versenkt, und sein Oberleib sich in der Wasserfläche zu spiegeln schien, sahe der zweite Beobachter, der sich bei dem Maaßstabe auf dem allmählig ansteigenden Boden des Strandes befand, den ersten noch wie gewöhnlich ganz und unverändert.

Ordinaten der Grenscurve und der äuſserſten Trajectorie, gemeſſen am 8. März 1809.

Abſtände vom Beobachter.	Ordinaten der Grenscurve.	Ordinaten der äuſsersten Trajectorie.
112 Meter	Unter d. Hor.	
210	0	0 ſcheinbarer Horizont.
266	0	0 die Füſse ſcheinen im Waſſer fortzugehn.
322	nicht beobachtet.	0,2 Decimeter.
378		0,5
434	1 Decimeter.	2
490	1,5	nicht beob.
546	1,8	4,2
602	2	nicht beob.
658	2,5	8
714	3	10
770	3,3	10
826	3,6	12
882	3,5	14

Die Ordinaten der äuſserſten Trajectorie werden ungewiſs, wenn dieſe ſich ſtark über die Grenzcurve erhebt, wie das bei den letzten Beobachtungen der Fall iſt; denn 1 oder 2 Decimeter Höhe ſind in dem umgekehrten Bilde dann kaum merklich. Hierin haben die kleinen Irregularitäten der hier mitgetheilten Beobachtungen vermuthlich ihren Grund, die ich nicht habe corrigiren wollen.

An demſelben Tage (9. März 1809.) fanden wir die Temperaturen des Bodens und der Luft in verſchiedenen Höhen, wie folgt *): Es ſtand der Thermometer

*) Ich trage dieſes, welches Hr. Biot bei den Betrachtungen S. 267 und 268 eingeſchaltet hat, hier nach. G.

Auf dem Sande	in der Sonne auf	15°,5 C.
	im Schatten	11,0
8 Centimeter über dem Boden im Schatten auf		9°,5
15 Centimeter		7,0
65 Centimeter		6,3
93 Centimeter		6,1

Höher hinauf änderte sich die Temperatur nicht mehr merklich.

Der Mittelpunct des Wiederholungskreises hatte 1,17 Meter Höhe über dem Boden; befand sich also etwas oberhalb der Gränzschicht der abnehmenden Dichtigkeiten, und 6 Beobachtungen mit diesem Kreise gaben die Depression des auf dem Sande erscheinenden Horizontes 8′ 15″,46; das Ansteigen des Bodens verminderte sie um 1′ 18″, um welche Gröfse ich sie hier vermehrt habe.

Berechnet man nach diesen Datis die Temperatur-Verschiedenheit der Luftschicht, in welcher sich das Auge befand (t), und der auf dem Boden ruhenden Luftschicht, t, durch welche die unterste Trajectorie noch zum Auge gelangte, so findet sich $t' - (t) = 2{,}76°$ *), und folglich $t' = 8{,}86°$. Das *Minimum* der letzten Trajectorie lag also ungefähr 3 Centimeter über dem Boden, läfst sich anders die berechnete Temperatur-Verschiedenheit ganz auf Rech-

*) Ist nemlich der Barometerstand an beiden Gränzen der Luftschicht nicht merklich verschieden, und gleich p und setzt man die brechende Kraft der Luft an dem Orte des Beobachters, so wie Hr. Biot sie für 0,76 Meter Druck und 0 Wärme gefunden hat, nämlich 0,000588364 (S. 256), also $\frac{(P)}{1+(P)} = 0{,}000588802 = m$, so findet sich für den gröfsten Werth von I, den Betrachtungen S 255. zu Folge, $\sin.^2 I = \frac{m\ p.[t' - (t)].\ 0{,}00375}{0{,}76.[1+(t)\ 0{,}00375].(1+t'.\ 000375)}$

nung dieser Ursache setzen; diese Höhe reichte aber kaum hin, um die Trajectorie über die kleinen Wellungen oder Runzeln fortzubringen, welche durch die Ebbe und Fluth in dem Boden entstanden waren. Die Lage dieses Orts eignete sich indess so ganz vorzüglich zu der Luftspiegelung, dass ungeachtet dieses nur geringen Unterschieds der Temperatur an den beiden äussersten Gränzen, die doppelten Bilder und die Umkehrung doch sehr merklich waren.

Es giebt ein sehr leichtes *Mittel, die Verdoppelung der Bilder selbst dann zu beobachten, wenn diese Erscheinung nur in sehr geringem Grade Statt findet*, dessen sich zuerst Hr. Wollaston bedient hat. Wenn nämlich die Erwärmung des Bodens sehr schwach ist, so kann man nur bei sehr niedriger Stellung des Auges die Verdoppelung der Bilder oder die anscheinende Spiegelung der Gegenstände wahrnehmen. Wollaston brachte daher vor dem Objectivglase eines Fernrohrs einen unter 45 Gr. gegen die Axe desselben geneigten Spiegel an, und sah dann durch das Fern-

und daraus

$$t' - (t) = \frac{\sin.^2 I. \, [1 + (t) \, 0{,}00375]^2}{0{,}00375 \left[\frac{m \, . \, p.}{0{,}76} - \sin.^2 I. \, [1 + (t) \, 0{,}00375]\right]}$$

Ich bitte den Leser an der hier angeführten Stelle zwei unangenehme Druckfehler zu verbessern: in der zweiten Formel von unten S. 254. ist das zweite — in ein + Zeichen zu verwandeln, und S. 255. in der zweiten Formel von oben d^2z Statt dz^2 zu setzen. *Gilbert.*

rohr vertical herabwärts; die Gegenſtände zeigten ſich nun im Felde des Fernrohrs ſo, wie ein Auge in der Höhe des Spiegels ſie geſehen haben würde. Dabei bediente ſich Wollaſton eines Micrometers, um die Gröſsen der Bilder zu meſſen. Aber ſein Verfahren gab keine recht brauchbare Beobachtungen, weil er nur den Abſtand des am ſcheinbaren Horizonte ſich zeigenden Punctes im umgekehrten Bilde, von dem correſpondirenden Puncte des aufrechten Bildes maſs, dieſer Winkel aber, ſelbſt bei einerlei Zuſtand der Luft und unverändertem Orte des Auges, von der Entfernung und der Höhe des Gegenſtandes mit abhängt, da der zweite Aſt der letzten Trajectorie in einem deſto höhern Puncte auf den Gegenſtand trifft, je weiter er abliegt. Es läſst ſich daher aus dieſen Meſſungen die Richtung gegen den Horizont weder des einen noch des andern Strahls ausmitteln, und die Unregelmäſsigkeiten, welche Hr. Wollaſton bemerkte, beruhen wahrſcheinlich auf dieſem Umſtande, den er überſehn hatte.

2.

Beantwortung der Frage: ob die Gränzcurve (Cauſtica) mehr als einen Aſt haben kann? und Erklärung des Erſcheinens mehrerer auſserordentlicher Bilder.

Die eben unterſuchten Erſcheinungen ſetzen in der Gränzcurve nicht mehrere Aeſte als einen einzigen voraus; ſie kann aber in gewiſſen Fällen mehrere Aeſte haben, und dieſe Fälle ſind es, wo ſich uns die Gegenſtände mit mehrern auſserordentli-

chen Bildern, als einem einzigen umgekehrten, zeigen können. Wir wollen dieſe Behauptung durch die Betrachtung einiger ſpecieller Fälle rechtfertigen.

Erſter Fall.

Die Brechungskraft nehme von einer beſtimmten Schichte an in arithmetiſcher Proportion ab bei zunehmender Tiefe; oberhalb jener Schichte aber ſey die Brechungskraft unveränderlich. Dieſer Annahme entſpricht der Zuſtand von Luft, welcher über einer erwärmten Fläche in Ruhe ſteht, immer ziemlich nahe.

Wir wollen, um die Betrachtung zu erleichtern, das Auge des Beobachters in die Gränze der Schichten von veränderlicher und der Schichten von unveränderlicher Dichtigkeit ſetzen, und nun die Gränzcurve aller Trajectorien ſuchen, welche nämlich alle Trajectorien berührt. Für den krummlinigten Theil der Trajectorien wiſſen wir ſchon, daſs ſie eine Parabel iſt; aber da jetzt alle Trajectorien, indem ſie die Schichten ungleicher Brechungskraft verlaſſen, und in die Schichten gleicher Brechung übergehn, einen geradlinigten Theil haben, welcher den letzten Punct der krummlinigten Trajectorie berührt, ſo müſſen wir noch die Durchſchnitte dieſer geradlinigten Theile zu beſtimmen ſuchen.

Eine Trajectorie, welche unter dem Neigungswinkel $= I$ das Auge des Beobachters erreicht, wird

mit ihrem zweiten Aſte die äuſserſte der ungleich brechenden Schichten unter eben der Neigung ſchneiden, weil das Auge des Beobachters ſich in eben dieſer Schichte befindet, und die Curve aus zwei gleichen Aeſten beſteht. Nennt man den horizontalen Abſtand des Scheitels der Trajectorie vom Beobachter $= X$, und x, z die Coordinaten der Tangente am Endpuncte des zweiten Aſtes der krummlinigten Trajectorie, ſo hat man

$$z = (2X - x) \text{ tang. } I.$$

Es war aber (Nr. 11.) $X = \frac{\text{ſin.}2I}{mA}$, alſo nun

$$z = \frac{4.\text{ ſin.}^2 I}{mA} - x \text{ . tang. } I, \ldots . (20)$$

eine *allgemeine Gleichung für alle geradlinigten Trajectorien.* Geht man von einer dieſer Trajectorien zur andern über, die ihr unendlich nahe liegt, ſo findet man für gleiche Werthe von x, die Aenderung der Höhe

$$dz = \left(\frac{8.\text{ ſin. I coſ. I}}{mA} - \frac{x\,.}{\text{coſ.}^2 I}\right) dI,$$

alſo für den *Durchſchnittspunct* zweier zunächſt auf einander folgenden Trajectorien

$$x = \frac{8.\text{ ſin. I coſ.}^3 I}{mA} = \frac{1}{mA}(2\text{ ſin. }2I + \text{ſin. }4I) \ldots (21)$$

Setzt man dieſen beſtimmten Werth in die vorige Gleichung, ſo erhält man

$$z = \frac{4.\text{ ſin.}^2 I.}{mA} - \frac{8.\text{ ſin.}^2 I.\text{ coſ.}^2 I}{mA}$$

$$= \frac{1}{mA}(1 - 2\text{ coſ. }2I + \text{coſ. }4I)$$

oder $\sin.^2 I = \frac{1 \pm \sqrt{(1+2mAz)}}{4}$ .... (22)

Alſo (aus 21)

$$\frac{m^2 A^2 . x^2}{16} = [1 \pm \sqrt{(1+2mAz)}] \bowtie \left(\frac{3 \mp \sqrt{(1+2mAz)}}{4}\right)^3 \ldots (23)$$

Die beiden Werthe, die in dieſer Gleichung liegen, beziehn ſich auf die *beiden Aeſte der Curve*, in welcher alle Durchſchnitte von zwei aufeinander folgenden geraden Theilen der Trajectorien liegen, wie Fig. 6. auf Taf. IV. ſie darſtellt.

Betrachten wir zuerſt den durch die untern Zeichen angegebenen Aſt, ſo verſchwinden x und z zugleich, und x wird für dieſen Aſt nur möglich, wenn z negativ iſt, das heiſst dieſer Aſt OR (Fig. 6) liegt ganz oberhalb der Gränzlinie der ungleich brechenden Schichten. Dieſer Aſt kann ſich aber zu keiner gröſsern Höhe erſtrecken, als bis dahin, wo $z = -\frac{1}{2mA}$ iſt, indem für gröſsere Werthe x^2 unmöglich wird. Für dieſen äuſserſten Punct iſt $x = \frac{3\sqrt{3}}{2mA}$, $I = 30$ Grade (22). Dieſer Aſt gehört alſo zu denjenigen Werthen von I, die zwiſchen 0 und 30 Graden liegen. Gröſseren Werthen von I entſpricht das obere Zeichen, und man ſieht leicht, daſs der zweite Aſt der Curve ſich an den erſten in dem höchſten Puncte R anſchlieſst, daſs er die Axe der x ſchneidet, da wo $x = \frac{2}{mA}$ iſt, und daſs die-

ſem Werthe die Neigung $I = 45$ Grad entſpricht. In dem ſo beſtimmten Puncte F gehn die Durchſchnitte in die Schichten von variabler Brechungskraft über, und liegen alſo nicht mehr auf dem geradlinigten Theile der Trajectorien, ſondern auf den krummlinigten Theilen, und man ſieht ſchon aus Formel 19, daſs die dort gefundene Gränzcurve ſich an die ſo eben beſtimmte in F anſchlieſst.

In unſrer Figur (Fig. 6.) iſt O der Ort des Beobachters und OX die Axe der x, welche die Schichten von gleicher Dichtigkeit von denen trennt, in welchen die Brechungskraft verſchieden iſt. Die Parabel ZF iſt die Gränzcurve, in welcher die auf einander folgenden Durchſchnitte derjenigen Trajectorien liegen, die ſich unterhalb OX ſchneiden; und dieſes ſind die, bei welchen die Neigungen zwiſchen 90° und 45° fallen. Für die nächſt folgenden Trajectorien von $I = 45°$ bis $I = 30°$, liegen die Durchſchnitte der Trajectorien auf dem Aſte FR, welcher ſie alle berührt und ihnen zur Gränze dient. Und endlich für die Trajectorien zwiſchen $I = 30°$ und $I = 0$, liegen die Durchſchnitte auf dem Aſte RO, der in der Nähe von O mit der Krümmung einer Parabel übereinſtimmt.

Sobald man dieſe Form der Gränzcurve kennt, läſst ſich beſtimmen, *welche Puncte dem Beobachter in O ſichtbar oder unſichtbar ſind*, welche ihm *einfach* und welche ihm *vielfach erſcheinen* werden.

Alle innerhalb ZFX, oder auſserhalb der Parabel ZF liegende Gegenſtände werden dem Beobachter gänzlich unſichtbar ſeyn, da keine durch O gehende Trajectorie über ZF hinaus gehen kann; dagegen wird er alle Gegenſtände ſehn, die ſich in dem Raume VOZFT befinden, wo FT eine Tangente an dem Endpuncte F der Parabel iſt. Von allen dieſen Gegenſtänden läſst ſich eine Trajectorie nach O ziehen, welche die Parabel ZF irgendwo zwiſchen Z und F berührt, und es liegt der Gegenſtand auf dem erſten Aſte der Trajectorie, wenn er ſich innerhalb der Axe OM'M"Z befindet, ſonſt aber auf dem zweiten Aſte oder jenſeits des Minimums der Höhe der Trajectorie, weil OM'M"Z der Ort aller Minima iſt. Verlängert man die an F und R gezogenen Tangenten FT und RT', deren eine 45, die andere 30 Grad gegen die Axe geneigt iſt, ſo läſst ſich von jedem in den Winkel TtT' liegenden Puncte eine Tangente an den Bogen FR ziehen, und jede ſolche Tangente iſt ein Theil einer durch O gehenden Trajectorie; alſo ſind auch diese Puncte in O ſichtbar. — Von jedem Puncte, der innerhalb FtR liegt, ſind zwei Tangenten an den Bogen FR möglich, und beide ſind Stücke von Trajectorien, die durch O gehn. Dagegen hat jeder Punct in dem Raume OtF nur eine Tangente für den Bogen FR, und alſo nur eine Trajectorie, deren Neigung in O zwiſchen 30 und 45 Gr. fällt. Die Puncte in dem Raume OOR erlauben zwei Tangenten an OR, und geben daher zwei Trajectorien,

die mit einer Neigung kleiner als 30 Gr. zum Auge kommen. Endlich läſst ſich von jedem Puncte innerhalb XORT' eine Tangente an OR ziehen, welches eine durch O gehende Trajectorie andeutet. Aber auſserdem gelangen von jedem oberhalb OX liegenden Puncte auch Strahlen geradlinigt zum Auge, vermöge welcher dieſe Puncte auf die gewöhnliche Weiſe geſehen werden.

Bei dieſer Betrachtung haben wir jeden Punct nur auf einen einzelnen Aſt der Gränzcurve bezogen, aber manche Gegenſtände liegen ſo, daſs ſie mehrern der angeführten Räume zugleich zugehören, und dann ſind bei ihnen alle die Trajectorien möglich, die ihnen in der einen oder andern Beziehung zukommen. Auf dieſe Weiſe entſtehen *vielfache Bilder*. Es liege z. B. der Gegenſtand AB in dem Raume ORΘ, ſo gelangen von ihm *erſtlich* die geradlinigten Strahlen AO, BO zum Auge, und ſtellen ein aufrechtes Bild dar, welches wir uns in a b vorſtellen können, ſofern nämlich die Empfindung der ankommenden Strahlen uns über die Entfernung des geſehenen Gegenſtandes nicht belehrt. *Zweitens* bringen die an OR gezogenen Tangenten AA', BB' (die nämlich OR in S etwa berühren) Trajectorien hervor, die ſich zwiſchen dem Gegenſtande und dem Beobachter durchkreuzen, und folglich ein umgekehrtes Bild darſtellen, wie A' B'. *Drittens* giebt es zwei andere eben den Bogen berührende Linien AA'', BB'', welche ſich jenſeit des Gegenſtandes durchſchneiden, und daher

ein aufrechtes Bild A″ B″ liefern. Endlich *viertens* ſind zwei Trajectorien möglich, welche die Parabel ZF berühren, und das umgekehrte Bild A‴ B‴ hervorbringen. Läge B auf der Curve OR ſelbſt, ſo würden die Bilder B′A′, A″B″ ſich mit ihren Enden berühren; erreichte zugleich A die Axe ΘX, ſo würden b,a und A′B′ ſich berühren, und a b, B′A′, A″B″ würden als mit einander verbunden erſcheinen.

Aehnliche Betrachtungen lieſsen ſich nun für jeden anders liegenden Gegenſtand anſtellen, und ſo würde die *Anzahl* von Bildern beſtimmt werden, welche er darſtellt.

In der atmoſphäriſchen Luft kommen die Bilder, die unter Neigungen von 30 bis 45 oder gar von mehr als 45 Grad erſcheinen ſollten, *nie* zu Geſichte, das heiſst diejenigen, welche in unſerm Beiſpiele durch Trajectorien entſtehen, welche die Bogen ZF, FR berühren, aber die drei übrigen, welche von AB zum Auge kommen ſollten, können unter paſſenden Umſtänden alle erſcheinen. In dieſen Mediis, wo der Unterſchied der brechenden Kräfte ſehr gering iſt, erſtreckt der Theil OR der Gränzcurve ſich ſehr weit, indem R ſehr entfernt liegt, und man kann für das hier angenommene Geſetz OR als paraboliſch anſehen.

Wie dieſe Unterſuchungen ſich auf eine *andere Stellung des Beobachters erweitern* lieſsen, iſt nun leicht zu überſehen. Rückt das Auge des Beobachters in die Schichten von gleichförmiger Dichtigkeit um die Höhe = H hinauf, ſo finden wir die Curve

der Minima ſo wie Fig. 1. zeigt, und die Trajectorien, deren Minima dort zwiſchen ZM fallen, werden ihre Durchſchnitte auf eine Curve haben, die ſich nicht erheblich von ZF in Fig. 6. unterſcheidet; aber die Trajectorien, deren Scheitel in Fig. 2. etwa von M an aufwärts liegen, ſchneiden ſich oberhalb AX, und ihre Durchſchnitte fallen in FR (Fig. 7.); die Durchſchnittspuncte ſteigen bis zu einer gewiſſen Gränze R, folgen dann der Curve RR', und nähern ſich von R' an immer mehr der Axe AX, welche hier die Aſymptote der Gränzcurve bildet. Je höher der Beobachter ſich erhebt, deſto näher rücken die Puncte F, F', wo die Gränzcurve die Axe AX ſchneidet, an einander und ſie fallen zuſammen, wenn $H = -\frac{1}{2mA}$ iſt, oder wenn das Auge des Beobachters ſo hoch liegt, als in Fig. 6. der Punct R lag. In dieſem Falle befindet ſich die ganze Gränzcurve in den veränderlichen Schichten. Wollen wir uns mit der Betrachtung wirklich vorkommender Fälle begnügen, wo I allemal ſehr klein bleibt, und ein feſter Boden die tiefer liegenden Trajectorien hindert, zum Beobachter zu gelangen, ſo ſey $z = Z$ die Tiefe dieſes feſten Bodens, und es wird nun der Aſt RF' verſchwinden, wenn $H =$ oder $> 4Z$ iſt, der Theil F'R' wird verſchwinden für $H =$ oder $> 8Z$, und es bleibt nun der einzige Aſt R'X' der Gränzcurve übrig, der ſelbſt bei den kleinſten Werth von I, wie groſs auch H ſey, beſtehen wird.

Wir wollen hier nicht mehrere Fälle, bei welchen eine immer nach derſelben Gegend hin zunehmende Brechungskraft angenommen wird, durchgehn *), ſondern nur noch einige *allgemeine Betrachtungen über die Form der Gränzcurve* hier beifügen. Iſt der geometriſche Ort der Minima der Trajectorien bekannt, ſo wird in den Gegenden, wo die Curve der Minima horizontal iſt, die Gränzcurve ſich ziemlich an ſie anſchlieſsen. Hat die Curve der Minima irgendwo eine verticale Tangente, ſo gehört zu den dieſer Stelle correſpondirenden Trajectorien ein Punct der Gränzcurve, der mit dem Auge des Beobachters in einerlei Horizontallinie liegt, weil für Trajectorien, deren Minima ſenkrecht über einander liegen, die Durchſchnittspuncte, deren einer allemal mit dem Auge des Beobachters zuſammen fällt, in einerlei Höhe liegen müſſen. So zeigt alſo ſchon die Curve der Minima, ob die Gränzcurve bis oberhalb der Schichten, worin der Beobachter ſich befindet, ſich erſtrecken kann, oder ob ſie ganz in den untern Schichten bleibt.

Sind die Trajectorien, welche einander zunächſt folgen, ſo beſchaffen, daſs bei abnehmendem i ſich der niedrigſte Punct der Trajectorie wei-

*) Hr. Biot hat ſich hier in detaillirte Unterſuchungen eingelaſſen, die ich wohl übergehn darf, zumal da ſich die Analyſe doch nur in beſchränkten Fällen durchführen läſst; ich ſchiebe dagegen dieſe allgemeinen Betrachtungen ein, welche bei Hrn. Biot in einer andern Form vorkommen.
Brandes.

ter vom Beobachter entfernt, ſo ſchneiden zwei ſolche Trajectorien einander mit ihren zweiten Aeſten, und zwar unterhalb der Schicht, wo der Beobachter ſteht; und findet jene Eigenſchaft bis zu den kleinſten Werthen von I Statt, ſo bleibt der letzte Aſt der Gränzcurve ganz in Schichten, die niedriger ſind, als der Beobachter, und ob er rückwärts gehende Beugungen hat, das hängt ab von dem mindern oder ſtärkern horizontalen Fortrücken des Minimum bei vermindertem I. Erſtreckt ſich die veränderliche Brechungskraft des Medii nur bis zu einer gewiſſen Schicht, von welcher an die Dichtigkeit gleichförmig iſt, und befindet ſich das Auge in der Höhe = H über dieſer Gränze, ſo bleibt bei dem angenommenen Geſetze, daſs mit abnehmendem I die Abſciſſe des Minimum wächſt, noch immer der letzte Aſt der Gränzcurve ganz in dem heterogenen Theile des Medii, aber die Zurückbeugungen, welche etwa bei niedriger Stellung des Auges Statt fanden, können nur zum Theil verſchwinden. Dieſes geſchieht zuerſt für die Beugungen, die mit einem kleinern I zuſammen gehörten, und bei höherer Stellung des Auges für immer mehrere, die einem gröſsern Werthe von I entſprechen, bis endlich der ganze Aſt ohne Wendung fortgeht, der Gränzſchicht ſeine convexe Seite zukehrt und ſich an dieſe als Aſymptote annähert. Iſt dieſes der Fall, ſo iſt es unmöglich, vermöge dieſes Aſtes der Gränzcurve mehr als zwei Bilder zu ſehn, das oberſte aufrecht, das untere umge-

kehrt; aber bei erniedrigter Stellung des Auges können mehrere Bilder möglich werden.

Wäre das Geſetz der Dichtigkeiten ſo beſchaffen, daſs die horizontale Abſciſſe des Minimum mit I zugleich abnähme, und der Beobachter befände ſich in der Gränzſchicht, wo oberhalb gleichförmige, unterhalb immer abnehmende Brechungskraft Statt findet: ſo fällt der mit kleinen I zuſammengehörende Aſt der Gränzcurve innerhalb des homogenen Medii. Erhebt ſich der Beobachter über dieſe Schicht, ſo kann zwar noch ein Theil der Gränzcurve oberhalb der Gränzſcicht der homogenen und heterogenen Dichtigkeiten fallen, aber derjenige Theil, welcher ſehr kleinen Werthen von I entſpricht, liegt allemal innerhalb der heterogenen Schichten, ſelbſt wenn die Höhe des Beobachters oberhalb jener Gränze geringe wäre.

Zweiter Fall.

Wenn die brechende Kraft zwar in den untern Schichten wächſt, indem man höher ſteigt, aber nachdem ſie eine gewiſſe Gränze erreicht hat, in noch höheren Schichten wieder abnimmt. Da dieſer Fall manchmal in dem Luftkreiſe wirklich eintritt, und dann ſehr auffallende Erſcheinungen hervorbringt, ſo iſt es der Mühe werth, unter den unendlich vielen Annahmen, welche ſich über die Art machen laſſen, wie die brechende Kraft in den Schichten ſich verändert, noch dieſe herauszuheben.

Das Geſetz einer ſolchen zunehmenden und wieder abnehmenden Dichtigkeit könnte offenbar ſehr verſchieden ſeyn, und für jedes Geſetz würden die Trajectorien und ihre Gränzcurven anders ausfallen; aber doch muſs ihre Geſtalt im Allgemeinen einigermaſsen übereinſtimmen, ſofern ſie von dieſem Zunehmen und Abnehmen der Dichtigkeit abhängt. Um daher nur das Weſentlichſte kennen zu lernen, wird es hinreichen, wenn wir annehmen, von der Grenzſchicht, wo die gröſste Brechungskraft herrſcht, nehme dieſe ſowohl aufwärts als unterwärts in *arithmetiſcher Progreſſion* ab. Wir wollen hier nur den einzigen Fall betrachten, da der Beobachter ſich in der Gränzſchicht ſelbſt befindet, wo die brechende Kraft am gröſsten iſt, und nun die Trajectorien, welche unter allen möglichen Neigungen zum Auge gelangen, und ihre Durchſchnittspuncte zu beſtimmen ſuchen. Es ſtelle in Fig. 8 die Linie OX jene Gränzſchicht vor; unter ihr denke man ſich in dem untern Mittel Trajectorien unter allen Neigungs-Winkeln I von o bis 90° durch die Stelle des Auges O gezogen; es kömmt darauf an, das Syſtem ihrer Durchſchnitte zu finden.

Zuerſt iſt offenbar, daſs für die Werthe von $I = 90$ bis $= 45$ Grade die Durchſchnitte der einander nächſten Trajectorien im untern Medio liegen; und die Gränzcurve ZF eben das Stück einer Parabel iſt, wie in den vorigen Unterſuchungen. Für $I < 45°$ liegen dagegen die Durchſchnitte

der Trajectorien oberhalb der Gränzschicht, und die Gränzcurve erhält dort einen Aſt FV und einen zweiten VO, welche den Aeſten FR, RO in Fig. 6 analog ſind. Alle dieſe Durchſchnitte rühren nur von den erſten Aeſten der aus dem unteren Raume nach ihrer Zurückbeugung in den obern Raum eintretenden Trajectorien her; aber auch die zweiten Aeſte der in den obern Raum auf dieſe Weiſe eingetretenen Trajectorien können ſich wieder ſchneiden. Es ſey z. B. die unter 45 Gr. geneigte Trajectorie OM″F gezogen; dieſe berührt die Gränzcurve gerade in F in der Schicht der gröſsten Brechungskraft, und hat alſo hier ihren Durchſchnittspunct mit der benachbarten Trajectorie. Beide treten unter einer Neigung von 45 Graden bei F in die obern Schichten ein, und müſſen dort ſo gekrümmt werden, daſs ihre zweiten Aeſte ſich abermals in F″ auf der Axe ſelbſt oder in der Schicht der gröſsten Dichtigkeit durchſchneiden, ſo daſs alſo dieſer Punct F″ in der Gränzcurve der zweiten aus den obern Schichten zurückkehrenden Aeſte liegt. Für $I > 45°$ liegen die Durchſchnitte oberhalb F″ auf einem Aſte F″Z der Gränzcurve. Für $I < 45°$ liegen die Durchſchnitte im untern Medio, und bilden dort einen neuen Theil der Gränzcurve, den wir in der Folge betrachten werden.

Alle dieſe Theile der Gränzcurve hatten ihren Urſprung in Trajectorien, die von dem Auge des Beobachters aus in das untere Medium geführt waren. Betrachtet man die von oben her zum Beob-

achter gelangenden Strahlen, ſo ergeben ſich ähnliche Reſultate, und ZFV', V'O, ZF'' ſind neue, aus dieſen Strahlen hervorgehende Aeſte der Gränzcurve; der Punct F'' iſt zweien Aeſten gemeinſchaftlich, da er durch die horizontale Breite beider unter 45 Gr. eintretenden Trajectorien beſtimmt wird.

Nimmt man an, daſs die arithmetiſchen Progreſſionen für die von der Gränzſchicht an abnehmenden Brechungskräfte durch $P = (P)(1 - {}'Az)$ und $P = (P)(1 + A'z)$ gegeben ſind, ſo ergiebt ſich für $I = 45°$ aus Nr. 11

$$OF = \frac{2}{m.A'}\ ;\ OF' = \frac{2}{mA}\ ;\ OF'' = \frac{2}{mA'} + \frac{2}{mA},$$

und es läſst ſich die Lage der ſchon angegebenen Aeſte der Gränzcurve ungefähr beſtimmen. Unter allen dieſen Aeſten ſind aber OV, OV' die einzigen, welche in der Natur vorkommen, indem hier nur bei kleinen Werthen von I die Trajectorien in ihrer Vollkommenheit erſcheinen. Wir werden daher nur dieſe Aeſte näher zu beſtimmen ſuchen.

Bezieht ſich A auf die obern, A' auf die untern Schichten, und nennt man die nach OZ gerichteten Ordinaten poſitiv, ſo iſt die Breite einer Trajectorie $= \frac{4 \text{ ſin. I . cof. I}}{mA'}$ in der untern Schicht, und für Strahlen, welche als zweite Aeſte einer untern Trajectorie in die oberen Schichten eintreten, iſt aus 11 u. 10 für beide Aeſte der in der obern Schicht fortgehenden Trajectorie

$$x = \frac{4 \sin.I . \cos.I}{mA'} + \frac{2 \cos.I}{mA} [\sin.I \mp \sqrt{(\sin^2 I - mAz)}] . (24)$$

oder

$$mA . x^2 - 2x . \sin.2I . \frac{(2A+A')}{A'} + 4 \frac{(A+A')}{mA'^2} \sin.^2 2I + 2 . z (1 + \cos.2I) = 0,$$

woraus als Bedingung der Schnitte zweier nächsten Trajectorien folgt:

$$x . \left(\frac{2A+A'}{A'}\right) \cos.2I - 2 . \sin.4I . \left(\frac{A+A'}{mA'^2}\right) + z . \sin.2I = 0 ; \ldots (25)$$

oder

$$x^2 - 2x . \left(\frac{2A+A'}{mA.A'}\right) \frac{(1+\cos.2I)}{\sin.2I} + \frac{4(A+A')}{m^2 AA'^2} \times (1+\cos.2I)^2 = 0 \ldots (26)$$

Diese Gleichung ergiebt für jedes I zwei Werthe von x, nämlich, wofern man für kleine I nur die bedeutendsten Glieder beibehält,

$$x = \frac{2(A+A')}{mA'(2A+A')} (1+\cos.2I) \sin.2I \ldots (27)$$

und

$$x = \frac{2(2A+A')}{mAA'} \frac{(1+\cos.2I)}{\sin.2I} \left(1 - \frac{A.A+A')}{(2A+A')^2} \sin.^2 2I\right).$$

Der erste läfst sich auch so darstellen:

$$x = \frac{(A+A')}{mA'.2A+A')} (2 \sin.2I + \sin.4I) \ldots (28)$$

woraus sich dann ergiebt

$$z = -\frac{(A+A')}{mA'^2} (1 - 2 \cos.2I + \cos.4I) \ldots (28)$$

Gleichungen, die denen in Nr. 21 ganz ähnlich sind. Diese Gleichungen paſſen für den Aſt $OT'T''$ der Gränzcurve, und es läfst sich aus ihnen leicht

zeigen, dafs dieſer Aſt gegen die Axe der x convex iſt, und für ganz kleine Werthe von I mit einer Parabel übereinſtimmt, deren Gleichung iſt

$$z = \frac{(2A+A')^2 . m . x^2}{16(A+A')} \quad \ldots \ldots (29)$$

Der zweite in Nr. 27 für x gefundene Werth läſst ſich bei der Betrachtung, die wir jetzt anſtellen, nicht gebrauchen, denn er giebt ſchon für ſehr kleine I negative Werthe von z, und gehört alſo für eine Gränzcurve, welche von den zweiten Aeſten T Θ beſtimmt würde, wenn dieſe ſich unterhalb O X in einem Medio ſchneiden könnten, deſſen Dichtigkeit auch unterhalb O X nach eben dem Geſetze wie oberhalb ausgedrückt würde, welches hier nicht der Fall iſt. Dieſer zweite Werth iſt alſo für uns ohne Bedeutung; aber jene zweiten Aeſte beſtimmen eine andre, von dem Geſetz der Dichtigkeiten in der untern Schicht abhängige Gränzcurve, die wir noch betrachten müſſen.

Ehe wir indeſs hiezu übergehn, wollen wir die den eben betrachteten Trajectorien analogen unterſuchen, die wie O m t, O m' t' vom Beobachter aus in das obere Medium eintretend, mit ihren zweiten Aeſten das untere Medium erreichen, und hier die Gränzcurve O V' bilden, deren Form durch die eben gefundenen Gleichungen beſtimmt wird, wenn man in ihnen A und A' vertauſcht und die niederwärts gehenden z als poſitiv anſieht.

Vermöge dieſer Gränzcurven, die aber nicht die einzigen ſind, welche hier für kleine I vor-

kommen, würde ein in dem Raume VOV' liegender Gegenſtand AB dem Beobachter in O drei Bilder zeigen, zwei aufrechte A'B', A'''B''', und zwiſchen ihnen ein umgekehrtes B''A'' (Fig. 9), weil von jedem Puncte eines unterhalb OX liegenden Gegenſtandes zwei Trajectorien möglich ſind, welche die Gränzcurve OV' berühren, und eine, welche die Gränzcurve OV berührt. Läge AB oberhalb OX, ſo fänden dort eine und hier zwei Statt.

Wir haben ſchon bemerkt, daſs die bisher betrachteten Durchſchnitte der Trajectorien und die durch dieſe gebildeten Gränzcurven nicht die einzigen ſind, ſondern daſs eine Trajectorie, nachdem ſie ihren vom Beobachter anfangenden Lauf im untern Medio vollendet hat, und dann in das obere eingetreten und darin wieder herabgebeugt iſt, abermals in das untere Medium eintreten muſs, und daſs es nun zwiſchen dieſen neuen Theilen der *ſchlangenförmigen Trajectorien* neue Durchſchnittspuncte, und folglich vermöge dieſer eine neue Gränzcurve geben muſs. Es erhellt ferner, daſs die zuerſt in das obere Medium eintretenden, dann im untern und abermals im obern Medio zurück gebeugten Trajectorien nochmals das untere Medium erreichen, und daſs es alſo Trajectorien von zwei verſchiedenen Arten giebt, welche ſich bei ihrem zweiten Fortgange im untern Medium, und eben ſo Trajectorien von zwei verſchiedenen Arten, welche ſich bei ihrem zweiten Fortgange im obern

Medium ſchneiden. Es läſst ſich nun leicht überſehen, daſs ſich etwas Aehnliches für die dritten in einen oder andern Medio liegenden Theile der Trajectorien, und eben ſo etwas Aehnliches für die vierten und jeden n-ten angeben laſſe. Die Analyſe, worauf dieſe Unterſuchung beruht, iſt der oben durchgeführten ſo ähnlich, daſs es hier genügen wird, ihre Endreſultate anzugeben, und dann allgemeine Betrachtungen über die Lage aller Aeſte der Gränzcurve anzuſtellen.

Man findet für die Gränzcurven, welche im untern Raume entſtehen, folgende Gleichungen: *Erſtens* für die, welche vom Auge des Beobachters aus zuerſt in dieſen Raum eintraten, und nun n Maxima oder Minima in beiden Räumen erreicht hatten:

$$x = \frac{n(A+A')[n(A+A')+A]}{mA.A'[2n(A+A')+A]}(2.\sin.2I+\sin.4I); \ldots (30)$$

$$z' = -\frac{n(A+A')[n(A+A')+A]}{mA'.A^2}(1-2\cos.2I+\cos.4I).$$

Zweitens für die, welche zuerſt in den obern Raum eintraten, und nun n Maxima im obern und n-1 Maxima (oder Minima) im untern Raume erreicht haben:

$$x = \frac{[n(A+A')[n(A+A')-A]}{mAA'[2n(A+A')-A]}(2\sin.2I+\sin.4I); \ldots (31)$$

$$z' = -\frac{n(A+A')[n(A+A')-A]}{mA'A^2}(1-2\cos.2I+\cos.4I).$$

Wir werden jetzt ſehen, in welcher Ordnung die verſchiedenen Gränzcurven von beiden Seiten

der Axe OX liegen. Zuerst die, welche sich oberhalb der Axe befinden. Die Gleichungen für sie sind immer von der Form

$$x = \frac{B}{C}(2\sin.2I + \sin.4I); \quad \ldots \quad (32)$$

$$z = -B \cdot mA(1 - 2\cos.2I + \cos.4I)$$

oder wenn wir diese schon auf kleine Werthe von I eingeschränkten Gleichungen nur für die allerkleinsten Werthe von I benutzen wollen,

$$z = \frac{mC^2A}{16B}x^2 \quad \ldots \quad (33).$$

Für sehr kleine Werthe von I sind also alle diese Gränzcurven *Apollonische Parabeln*, deren Parameter von dem Bruche $\frac{mC^2A}{16B}$ abhängt. Dieser Coefficient, der P heißen mag, und durch den der Parameter jener Parabeln, an welchen die Gränzcurven sich anschließen, bei kleinen Werthen von I, so bestimmt wird, daß er $\frac{1}{P}$ wird, ist

$$P = \frac{[2.n.(A+A') + A'] \cdot mA}{16.n(A+A')[n(A+A') + A']} \quad \ldots \quad (34)$$

für die durch Nr. 30 bestimmte Gränzcurve, und vermindert sich, je größer n wird; er nähert sich der Gränze $\frac{mA}{4}$, die er erst für $n = \infty$ erreichen würde. Die Gränzcurven, welche zu diesem Systeme gehören, nähern sich also in der Nähe von O alle der paraboliſchen Form, und schließen sich desto näher an die Axe OX an, je größer n ist.

oder je mehrere Beugungen die ſchlangenförmigen Strahlen, aus deren Durchſchnitten ſie entſtehen, ſchon haben machen müſſen, ehe ſie zum Auge gelangen. Für die Gränzcurven, die durch Nr. 31 beſtimmt werden, iſt

$$P = \frac{mA\left[2n'A+A'\right)-A']^2}{16n(A+A')\left[n(A+A')-A'\right]} \quad \ldots \quad (35)$$

Auch dieſe Gränzcurven ſchlieſsen ſich an ihren Anfangspuncte an Parabeln an, und auch für ſie iſt $\frac{mA}{4}$ der äuſserſte Werth, den P erreichen kann. Bei gleichen Werthen von n iſt P für das erſte Syſtem von Gränzcurven kleiner, als für das letzte, und jene weichen alſo bei gleichen n weniger von der Axe ab, als dieſe.

Die bisher betrachteten Gränzcurven lagen alſo oberhalb OX, aber es erhellt leicht, daſs es unterhalb eben ſo zwei verſchiedene Syſteme von Gränzcurven geben wird, deren Gleichungen man fände, wenn man die Buchſtaben A und A' vertauſchte.

Die erſten Aeſte OV, OV' (Fig. 8) der Gränzcurven gehörten zu der vollſtändigen Curve OVZ', OV'Z; der zweite Aſt OV_1 und ein auf ähnliche Weiſe unterhalb gezeichneter gehören zu einem neuen Theile OV_1Z' und einem ähnlichen unterhalb liegenden der Gränzcurve, und ſo würden die folgenden von O ausgehenden, immer weniger und weniger gegen OX geneigten Theile der Axe ſich an Aeſten anſchlieſsen, die alle von Z und Z' als

den Puncten ausgehn, wo ſenkrechte Strahlen zurückgehn.

Es läſst ſich nun leicht überſehen, daſs ein Punct M dem Beobachter in O ſo *viele Bilder* zeigen wird, als berührende Trajectorien von M nach O an alle Aeſte der Gränzcurve gezogen werden können. Liegt M oberhalb OX, ſo geben alle oberhalb M liegenden Gränzcurven *zwei* ſie berührende und durch M gehende Trajectorien, und folglich *zwei* Bilder, ein aufrechtes und ein umgekehrtes, die ſich oberhalb oder unterhalb OX zeigen, je nachdem ſie zu dem einen oder andern Syſtem von Trajectorien gehören. Eben dieſer Punct M wird für jeden untern Aſt der Gränzcurve *eine* berührende Trajectorie und folglich *ein* neues Bild geben, ſo daſs die Anzahl aller erſcheinenden Bilder ſehr groſs werden kann.

Dieſes auſserordentlich ſcheinende Reſultat, daſs ein Gegenſtand ſich ſehr vielfach zeigen kann, iſt alſo keinesweges unmöglich; und unſere zu Anfang dieſer Abhandlung angeführten Beobachtungen aus Spanien zeigen, daſs die Natur ſelbſt uns Beiſpiele der Art liefert. Die Wahrſcheinlichkeit, eine ſolche Beobachtung zu machen, würde indeſs ſehr geringe ſeyn, wenn es nothwendig wäre, daſs der Beobachter ſich gerade in der Gränzſchicht zwiſchen den zu- und abnehmenden Dichtigkeiten befände; aber dieſes iſt nicht nothwendig, ſondern man findet ähnliche Reſultate, wenn man den Beobachter in eine Schicht oberhalb oder unter-

halb jener Gränzſchicht verſetzt *). Uebrigens iſt es nicht nothwendig, daſs gerade das hier ange-

*) Der Verf. betrachtet den Fall, da der Beobachter ſich nicht in jener Gränzſchicht befindet, umſtändlich; ich glaube aber dieſe Unterſuchung übergehen zu dürfen, da ihr ganzer Gang durch das Bisherige hinreichend vorgezeichnet iſt. Dagegen muſs ich mir eine Bemerkung erlauben über Hrn Biot's Behauptung, daſs die von ihm in Spanien beobachtete Vielfachheit der Bilder (ſ. S. 244) ganz unter den hier betrachteten Fall gehöre. Im ſtrengſten Sinne iſt dieſes wohl nicht der Fall, denn bei unſrer Rechnung wird ein Medium vorausgeſetzt, deſſen Dichtigkeit ſowohl oberwärts als unterwärts immer mehr abnimmt, und wahrſcheinlich fand bei jenen nächtlichen Beobachtungen das Gegentheil, nämlich eine von der Gränzſchicht an nach beiden Seiten wachſende Dichtigkeit, Statt. Ich glaube in meinen *Beobachtungen über die Refraction* (Oldenburg 1807) genügend gezeigt zu haben, daſs während der Nacht die Luft in höhern Schichten nicht kälter, ſondern gewöhnlich bedeutend wärmer zu ſeyn pflegt, als dicht an der Erde, und halte es daher für ſehr wahrſcheinlich, daſs in jener wärmſten Schicht (denn in groſsen Höhen nimmt die Temperatur wieder ab) die Dichtigkeit ein *Minimum* iſt, und von dort an wachſend bis an die Oberfläche der Erde und auch aufwärts wachſend iſt, bis zu einem Puncte, wo das Uebermaaſs der Wärme nicht mehr bedeutend genug iſt, um die Wirkung des von oben nach unten immer vermehrten Druckes zu Verdichtung der Luft aufzuheben.

Bei jenen nächtlichen Erſcheinungen fand alſo wahrſcheinlich ein dem hier angenommenen entgegengeſetztes Geſetz der Brechungskräfte Statt; aber es läſst ſich wohl einſehn, daſs auch dann eine ganz ähnliche Vervielfachung der Bilder Statt finden möge, obgleich es eine eigne, gar nicht ſchwierige, aber hier zu weit führende Betrachtung erfordern würde, zu zeigen, wiefern die Gränzcurven den hier gefundenen ähnlich oder davon verſchieden ſeyn möchten.

Brandes.

nommene Geſetz einer arithmetiſchen Progreſſion Statt finde, ſondern auch bei andern Geſetzen, ſelbſt wenn dieſe anders wären für die oberwärts, anders für die unterwärts liegenden Schichten, werden ſich ziemlich ähnliche Reſultate ergeben.

(Die zweite Hälfte im nächſten Stück.)

Der Leſer wird gebeten, folgende Druckfehler zu verbeſſern:

S. 254 Zeile 8 von unten ſetze man $\tang.^2 I + \frac{1}{\text{col.}^2 I}$ ... ſtatt $\tang.^2 I = \frac{1}{\text{col.}^2 I}$ ....

Seite 255 Zeile 2 ſetze man $\frac{d^2 z}{dx^2}$ ſtatt $\frac{ds^2}{dx^2}$

Seite 272 ſetze man Zeile 8 von unten in der Formel (11) für x, Zeile 7 von unten in der Formel für *Conſt.*, und Zeile 2 von unten in der Formel (12) für x, in allen dreien $\frac{\mathit{ſin.}\, 2I}{\text{in A}}$ ſtatt $\frac{\mathit{ſin.}^2 I.}{\text{in A}}$.

Alle Formeln ſind vollſtändig, und die Puncte hinter den numerirten, ſollen blos die Nummern von den Formeln trennen. G.

IV.

Anfrage über die Art, die neuere Analyſis zu ſtudiren,

von einem ungenannten Engländer in Nicholſon's Journal etc.

Welche Elementarwerke muſs jemand ſtudiren, der das kennen zu lernen wünſcht, was man gewöhnlich *die neuere Analyſis* nennt?

Es kann ſonderbar ſcheinen, daſs jemand, der, wie ich, ſich auf einer mathematiſchen Univerſität aufhält, eine ſolche Frage thut. Doch Viele, welche gleich mir viel Zeit auf das Studium der Mathematik, nach dem auf dieſer Univerſität eingeführten Syſtem, gewendet haben, wiſſen nur zu gut, daſs man hier auf die *neue Sprache* der Wiſſenſchaft ſo wenig giebt, daſs die am mehrſten bewunderten Werke der auswärtigen Mathematiker ein todter Buchſtabe ſelbſt für Viele bleiben, die mit den Werken Newton's und der geſchickteſten engliſchen Mathematiker hinlänglich vertraut ſind. Angenommen alſo, es wiſſe jemand in der reinen *Geometrie* und in der *Fluxions-Rechnung* ganz gut Beſcheid, was für Werke, und in welcher Ordnung hat er ſie zu ſtudiren, um ſich zu dem Verſtändniſs von La Places *Mécanique céleſte* fähig zu machen?

Da dieſe Frage von jemand kömmt, der mit groſser Vorliebe Mathematik ſtudirt, und keinen andern Weg als dieſen kennt, ſich über das, was er wünſcht, zu belehren, ſo hofft er auf eine baldige Antwort. *A. H. Z.*

Antwort Nicholſon's.

Ich empfehle meinem Correſpondenten als das erſte und vornehmſte Werk, welches er zu ſtudiren hat, Lacroix's *Traité du Calcul differentiel et intégral*, welches bei den Kenntniſſen, die er zu beſitzen angiebt, hinreichen wird, ihm eine ſehr vollſtändige Kenntniſs der mehrſten Zweige der *neueren Analyſis* zu geben. Bevor er jedoch La Place's Werk zur Hand nimmt, muſs er mit groſser Sorgfalt Francoeur's *Traité de Mécanique élémentaire* durchſtudiren, welches eine vortreffliche Einleitung zu demſelben iſt. Ebenfalls die *Mécanique analytique* des Hrn. La Grange, ein Werk erſten Rangs in dieſen Wiſſenſchaften. Verbindet er damit La Grange's *Théorie des Fonctions analytiques* und ſeine *Leçons ſur le Calcul des fonctions*, ſo wird er ſich im Stande ſehn, mit groſser Leichtigkeit in jedem Unternehmen dieſer Art fortzuſchreiten, in das er ſich einläſst. Dieſes ſind, ſo viel ich weiſs, die nöthigſten und wichtigſten Werke, welche bis jetzt über das erſchienen ſind, was man gewöhnlich die *neuere Analyſis* nennt.

V.

PROGRAMM

der Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem auf das Jahr 1814.

Die Gesellschaft der Wissenschaften hielt zum 71sten Male ihre Jahres-Sitzung am verflossnen 22. Mai. Nachdem der präsidirende Director, Hr. Dr. J. Canter Camerling, sie eröffnet hatte, stattete der Secretair der Gesellschaft einen Bericht über das ab, was für sie seit der letzten Jahressitzung am 22. Mai 1813 *) eingegangen war.

PHYSIKALISCHE WISSENSCHAFTEN.

I. *Preisbewerbungen* um aufgegebne physikalische Preisfragen, deren Bewerbungszeit abgelaufen war:

1) Auf die Frage: *„Da nach den neuesten Versuchen die von den Pflanzen ausgehauchte Menge von Sauerstoffgas keinesweges hinreicht, um der Atmosphäre alles Sauerstoffgas wieder zu ersetzen, das durch Athmen, Verbrennen, Absorbiren u. s. w. ihr entzogen wird, so frägt es sich, durch welche andre Mittel das Gleichgewicht zwischen den Bestandtheilen der Atmosphäre erhalten wird?“* — war eine Beantwortung in lateinischer Sprache, mit der Devise *Possum tibi multa* etc. eingegangen. Die

*) S. diese *Annalen* Neue Folge B. 14. S. 319. G.

Gesellschaft erkennt die Verdienste und den Eifer des Verfassers an, urtheilte aber einstimmig, dass der Preis dieser Abhandlung nicht könne zuerkannt werden, weil sie erstens zu viel Aehnlichkeit mit zwei Abhandlungen des Hrn. Muncke habe, welche in den Annalen der Physik 1809 und 1810 enthalten sind, und weil zweitens die Versuche des Verfassers nach einem zu kleinen Massstabe gemacht sind, als dass sich genaue Resultate von ihnen erwarten, und Berechnungen auf sie gründen lassen.

2) Ebenfalls eine Abhandlung, und zwar in deutscher Sprache, mit der Devise: *Magistra et duce Natura*, ist der Gesellschaft auf folgende Frage zugeschickt worden: „*In wie weit ist uns den neusten „Fortschritten der Physiologie der Pflanzen die Art „bekannt, wie die nach der Verschiedenheit des „Bodens verschiedenen Düngmittel die Vegetation „der Pflanzen befördern, und was lässt sich daraus über die Wahl des Düngers folgern, und für „das Urbarmachen unbebauten und wüsten Bodens?*“ Das Urtheil der Gesellschaft fiel dahin aus, der erste Theil dieser Abhandlung enthalte zu viele wenig gegründete Hypothesen, als dass sie den Preis erhalten könne. Die Frage wurde daher aufs neue aufgegeben, um vor dem 1sten Januar 1816 beantwortet zu werden.

3) Auf die Frage: „*Aus welchem chemischen „Grunde giebt Kalk, der aus Kalkstein gebrannt ist, „dem Mauerwerk im Ganzen mehr Festigkeit und „Dauer, als aus Muscheln gebrannter Kalk, und „durch welche Mittel lässt sich der Muschelkalk verbessern?*“ war eine holländisch geschriebene Antwort mit der Devise *La chaux est presque* etc. eingegangen. Sie ist nicht auf chemischen Grundsätzen ge-

gründet, und daher zu ungenügend, um den Preis zu erhalten. Die Frage wird daher aufs neue aufgegeben bis zum 1ſten Januar 1816.

4) Die Frage: *„Läſst ſich die Beſchaffenheit oder Zuſammenſetzung der atmoſphäriſchen Luft, welche die Urſache des Hospital-Brandes (Gangraena nosocomialis) iſt, durch phyſikaliſche oder chemiſche Mittel entdecken? und iſt dieſes der Fall, wie iſt die atmoſphäriſche Luft beſchaffen, welche den Hospital-Brand verurſacht, und durch welche Mittel läſst ſich ihr vorbeugen, und, wenn ſie Statt findet, am beſten und ſchnellſten abhelfen?“* — hat drei Beantworter gefunden. Zwei Abhandlungen ſind in holländiſcher und eine in franzöſiſcher Sprache geſchrieben, und ihre Deviſen lauten: *Naturalem cauſam quaerimus* etc.; *Prudentiſſimi hic ſaepe coecutiunt*; *Putredini dixi* etc. Es wurde einſtimmig geurtheilt, daſs die erſte dieſer Abhandlungen auſserordentlich gut geſchrieben und vollkommen genügend ſey, und daſs ſie es verdiene gekrönt zu werden. Bei dem Oeffnen des verſiegelten Zettels fand ſich, daſs der Verfaſſer derſelben iſt Sebald Ustinus Brugmans, Profeſſor zu Leiden.

5) Auf die Frage: *Welchen Urſprung hat das Kali, welches ſich in der Aſche der Bäume und Pflanzen findet? Iſt es ein Product der Vegetation, welches in den Pflanzen ſchon vor dem Verbrennen vorhanden iſt, oder wird es durch das Verbrennen erzeugt? Von welchen Umſtänden hängt die Menge deſſelben ab, und was läſst ſich thun, um es auch bei uns mit mehrerem Vortheil zu erlangen?“* — war der Geſellſchaft eine deutſch geſchriebene Abhandlung mit der Deviſe: *Rerum natura nusquam* etc. zugekommen. Man urtheilte, dieſe Ab-

handlung habe viel Verdienſtliches, beſonders in dem Beweiſe, daſs das Kali ſchon vor dem Verbrennen in den Pflanzen vorhanden ſey, ſie entſcheide aber die Frage, ob das Kali ein Product der Vegetation iſt, oder von den Wurzeln eingeſogen wird, nicht durch Verſuche. Auch ſcheinen die Verſuche, welche beweiſen ſollen, daſs das Kali in den Pflanzen durch Fäulniſs vermehrt wird, zu ſehr im Kleinen gemacht, und nicht weit genug verfolgt worden zu ſeyn, um die Sache zu entſcheiden. Die Geſellſchaft fordert daher den geſchickten Verfaſſer auf, fernere Unterſuchungen über den Urſprung des Kali in den Pflanzen anzuſtellen, indem ſie beſchloſſen hat, ſeine Abhandlung zu krönen, ſobald er die beiden erwähnten Punkte bewieſen haben wird.

II. Ebenfalls *aufs neue aufgegeben* werden folgende 9 Preisfragen, für welche die Bewerbungszeit abgelaufen war, um beantwortet zu werden

vor dem 1ſten Januar 1816.

1) *In wie weit hat die Chemie die nähern und die entferntern Beſtandtheile der Pflanzen, beſonders derer, die zur Nahrung dienen, kennen gelehrt? und in wie weit läſst ſich daraus durch Verſuche und aus der Phyſiologie des menſchlichen Körpers finden, welche Pflanzen für den menſchlichen Körper die zuträglichſten ſind, im geſunden Zuſtande und in dem einiger Krankheiten?*

2) Da die antiſeptiſche Eigenſchaft des Kochſalzes nicht von dem *ſalzſauren Natron* allein, ſondern auch von der *ſalzſauren Magneſia*, die ſich darin befindet, abzuhängen ſcheint, ſo verlangt die Geſellſchaft durch Verſuche beſtimmt zu ſehn: a) *In welchem Verhältniſſe die antiſeptiſche Kraft dieſer beiden Salze zu*

einander ſteht? b) Nach welchem Verhältniſſe beide zu vermengen ſind, um die Fäulniſs möglichſt lange abzuhalten, ohne daſs die zu erhaltenden Körper dadurch einen unangenehmen Geſchmack annehmen? c) Ob es Fälle giebt, in welchen es vortheilhafter iſt, ſich blos der ſalzſauren Magneſia zu bedienen, beſonders bei Expeditionen nach wärmeren Gegenden?

3) Sollten ſich in dieſem Lande Salpeterpflanzungen mit Vortheil anlegen laſſen, beſonders an Orten, wo das Waſſer mit mehrern durch Fäulniſs thieriſcher Körper entſtandenen Stoffen geſchwängert iſt? Und welche Regeln hätte man in dieſem Fall bei Anlagen dieſer Art zu befolgen?

4) Was kennen wir aus unzubeſtreitenden Beobachtungen von der Natur der leuchtenden Meteore oder derer, die das Anſehn von Feuer haben, (mit Ausnahme des Blitzes,) welche ſich von Zeit zu Zeit in der Atmoſphäre zeigen? In wie weit laſſen ſie ſich aus bekannten Verſuchen erklären, und was iſt in dem, was die Phyſiker in den neueſten Zeiten von ihnen behauptet haben, noch unerwieſen oder zweifelhaft?

5) Was iſt von den chemiſchen Erklärungen, die man von den electriſchen Erſcheinungen zu geben verſucht hat, zu halten? Giebt es unter ihnen einige, die auf hinlängliche Verſuche gegründet ſind, oder ſich durch neue Verſuche begründen laſſen? Oder ſind ſie alle für nicht bewieſene Hypotheſen zu halten, die man ohne gültige Gründe angenommen hat?

6) Die Delphine (*Marſouins*) werden an unſerer Küſte und in den Mündungen unſrer Ströme immer zahlreicher; ſie geben ein vortreffliches Oehl, ſind

über wegen der Schnelligkeit, mit der sie sich bewegen, sehr schwer zu erlegen. Die Gesellschaft frägt daher: „*Was weiſs man von der Naturgeſchichte und beſonders von der Lebensweiſe und der Nahrung dieſer Thiere? und laſſen ſich daraus Verbeſſerungen der Art ſie zu fangen ableiten?*

7. *Welches Vorkommen haben die Lager Eiſenoxyds, die ſich in einigen Departements von Holland finden. Woher entſtehn ſie? Welchen Nachtheil bringen ſie den Bäumen und den Pflanzen, die man auf einem Boden erzieht, der Eiſenoxyd enthält, und wie weicht man demſelben aus oder verbeſſert ihn? Und läſst ſich dieſes Oxyd zu etwas anderm brauchen, als zum Eiſenſchmelzen?*

8) *Worin liegt der Grund des Mattwerdens (het weer) des Glaſes, wenn es eine Zeit lang der Luft und der Sonne ausgeſetzt geweſen iſt? und welches ſind die ſicherſten Mittel, dieſer Veränderung des Glaſes zuvor zu kommen?*

9) *Bis zu welchem Punkte iſt man jetzt in der chemiſchen Kenntniſs der unmittelbaren Beſtandtheile der Pflanzen gelangt? Giebt es unter denen, die man bis jetzt für verſchieden hielt, einige, die vielmehr Modificationen deſſelben Beſtandtheils ſind? oder gehn manchmal Umwandlungen eines Beſtandtheils in einen andern vor? Was hat die Erfahrung bis jetzt hierüber genugſam dargethan, was muſs man dagegen als zweifelhaft anſehn? Und welche Vortheile laſſen ſich aus den Fortſchritten ziehn, die man in der Kenntniſs der unmittelbaren Beſtandtheile der Pflanzen in den letzten Jahren gemacht hat?*

III. Für gegenwärtiges Jahr giebt die Gesellschaft 7 *neue physikalische Preisfragen* auf, und setzt für sie die Bewerbungszeit

bis zum 1sten Januar 1816.

1) *„Welches sind die Ursachen der ansteckenden Krankheiten, die gewöhnlich in den belagerten Festungen um sich greifen? und welche Mittel weisen unsere physikalischen und chemischen Kenntnisse als die besten nach, um ihnen vorzubeugen oder sie endigen zu machen?“* Man verlangt weder eine medicinische Geschichte dieser Krankheiten, noch eine Abhandlung über die zu befolgende Kurart, sondern eine auf Erfahrung gegründete Darstellung ihrer Ursachen, und besonders eine Nachweisung der physikalischen und chemischen Mittel, welche fähig sind, sie zu überwinden.

2) *„Darf man annehmen, dafs die sauren Räucherungen, z. B. mit Salzsäure und besonders mit oxygenirter Salzsäure, deren grofser Nutzen sich schon oft bewährt hat, immer und in allen Fällen ausreichen, die Miasmen oder die in der Atmosphäre verbreiteten Krankheitsstoffe zu zerstören? oder mufs man mit einigen Aerzten annehmen, dafs es in gewissen Fällen zuträglich ist, statt der Säuren oder oxydirenden Materien, einen alkalischen, oder entoxydirenden, oder andern Körper, wie Ammoniak, schweflige Säure etc. anzuwenden? Und wenn es Fälle der Art gäbe, welche Fälle sind das, und welche Körper hat man zu brauchen?“*

3) *„Man verlangt eine genaue Auseinandersetzung und eine gut begründete Kritik der vor-*

nehmſten Theorieen über die verſchiedenen Menſchenraſſen, und über ihren wahrſcheinlichen Urſprung.“ Es wird der Geſellſchaft angenehm ſeyn, wenn die Verfaſſer eine genaue Unterſuchung hinzufügen, in wiefern dieſe Theorieen mit den älteſten hiſtoriſchen Nachrichten ſich in Uebereinſtimmung bringen laſſen.

4) Da man in den Meiſterwerken der griechiſchen Bildhauer die ideale Schönheit bewundert, welche der höchſten Vollkommenheit ſo nahe kömmt, daſs es unmöglich ſcheint, ſie weiter zu treiben, ſo frägt man: „1) *Beruht die Schönheit der ſchönſten griechiſchen Statüen auf eine wahre phyſiſche Vollkommenheit der menſchlichen Geſtalt, oder iſt ſie wenigſtens in dieſer eingeſchloſſen? 2) worin beſteht im Bejahungsfalle dieſe Vollkommenheit? Welches ſind die nützlichſten Vorſchriften, die ſich aus dieſer Kenntniſs für das Fortſchreiten der Künſte ziehn laſſen?*“

5) „*Was wiſſen wir von den jährlichen Reiſen der Zugfiſche? welches kann die Urſache ihrer Wanderzüge ſeyn? und laſſen ſich daraus nützliche Folgerungen für unſere Fiſchereyen herleiten?*“

6) Da die Praxis des Ackerbaus bewieſen hat, daſs während der erſten Zeit der Vegetation des Getreides und andrer gebauter Pflanzen, bis zur Blüthe derſelben, das Erdreich kaum an Fruchtbarkeit abnimmt, indeſs nach der Befruchtung und während des Reifens des Saamens derſelbe Erdboden bedeutend erſchöpft und ſeiner Fruchtbarkeit beraubt wird; ſo frägt die Geſellſchaft: „*Welches iſt die Urſache*

dieſer Erſcheinung? und in wiefern kann die Auflöſung dieſer Frage Regeln an die Hand geben, welche zur Verbeſſerung des Feldbaus zu befolgen ſind?"

7) *„Was hat man von den verſchiedenen Meinungen der Phyſiker über die Frage zu halten, ob in der Vegetation das Waſſer in ſeine Beſtandtheile zerlegt wird, oder nicht? Kann man mit einigen Naturforſchern annehmen, daſs das Waſſer durch den Act der Vegetation in Kohlenſtoff oder in andere Grundſtoff, als Sauerſtoffe und Waſſerſtoff, verwandelt werde? Und in wie weit findet die Auflöſung dieſer Fragen Anwendung auf die Theorie der Vegetation und der Ernährung der Pflanzen?"*

IV. In den vorhergehenden Jahren hat die Geſellſchaft folgende 17 *Preisfragen aus der Phyſik* aufgegeben, und für die 15 erſten das Ende der Bewerbungszeit beſtimmt auf den

1ſten Januar 1815.

1) *Läſst ſich aus dem, was wir von den Beſtandtheilen der Nahrungsmittel der Thiere wiſſen, der Urſprung der entfernten Beſtandtheile des menſchlichen Körpers, beſonders der Kalkerde, des Natrons, des Phosphors, des Eiſens u. a. genügend erklären? Wenn dieſes nicht der Fall iſt, kommen ſie auf einem andern Wege in den thieriſchen Körper, oder giebt es Erfahrungen und Beobachtungen, denen zu Folge man annehmen darf, daſs wenigſtens einige dieſer Beſtandtheile, ob ſie ſich gleich durch Mittel der Chemie weder zuſammenſetzen noch zerlegen laſſen, doch durch*

eine eigenthümliche Wirksamkeit der lebenden Organe erzeugt werden? Im Fall man sich in der Beantwortung für diese letzte Meinung erklären sollte, so wird es hinreichen, wenn man die Erzeugung auch nur eines einzigen dieser Grundstoffe evident darthut.

2) *Aus welchem Grunde wird der Wachsthum der Pflanzen durch den Regen weit mehr befördert, als durch das Begiessen mit Regenwasser, mit Fluss- Quell- oder Teich- Wasser? Lässt sich nicht durch irgend ein Mittel diesen Wässern die Eigenschaft des Regenwassers, die Vegetation zu beschleunigen, mittheilen, und welches sind diese Mittel?*

3) *Was weiss man von der Erzeugung und der Lebensweise der Fische in Flüssen und in stehenden Gewässern, besonders der Fische, die uns als Nahrungsmittel dienen? und was hat man dem zu Folge zu thun und was zu vermeiden, um die Vermehrung der Fische zu begünstigen?*

4) *Was ist Wahres an allen den Anzeigen der bevorstehenden Witterung oder der Witterungsveränderungen, welche man aus dem Fluge der Vögel, aus dem Schreien der Vögel oder andrer Thiere, und was man sonst an verschiednen Thieren in dieser Hinsicht bemerkt hat, hernehmen will? Hat die Erfahrung in diesem Lande irgend eine derselben oft genug bestätigt, dass man sich darauf verlassen kann? Was ist im Gegentheil darin zweifelhaft oder durch die Erfahrung widerlegt? und in wie weit lässt sich das, was man beobachtet hat, aus dem erklären, was man von der Natur der Thiere weiss?* Die Gesellschaft

wünscht blos, alles, was die Erfahrung in dieser Hinsicht über Thiere, die in diesem Lande einheimisch sind, oder die man manchmal bei uns sieht, gelehrt hat, zusammengestellt zu sehn, damit die Antwort für die Einwohner dieses Landes vorzüglich von Nutzen sey.

5) *Besteht das farbige Satzmehl, welches man Indigo nennt, stets aus denselben Bestandtheilen, so dass die Farben-Verschiedenheit der verschiednen im Handel vorkommenden Arten allein von fremdartigen Beimischungen herrührt? Wenn dieses nicht der Fall ist, worin unterscheidet sich die Zusammensetzung dieser verschiednen Arten? Oder ist es der Fall, welches sind jene fremdartigen Theile, und wie lassen sie sich von dem färbenden Theile trennen? Ist endlich das farbige Satzmehl aus der Indigopflanze von derselben Natur, als das im Waid vorhandene?*

6) Obgleich das Begraben von Todten in Kirchen und neben bewohnten Oertern dadurch von sehr schädlichen Folgen seyn kann, dass sich Gasarten, welche durch die Fäulniss hervorgebracht werden, in der Atmosphäre umher verbreiten, so ist nichts destoweniger gewiss, dass die Gefahr durch die Zersetzung, welche ein grosser Theil dieser luftförmigen Ausflüsse gleich nach ihrer Erzeugung leidet, gar sehr vermindert wird. *Es wird daher gefragt, durch welche Mittel es sich möge bewirken lassen, dass alle diese entstehenden Gasarten in der Erde zersetzt werden, ohne in die Luft aufzusteigen, um auf diese Art für die Lebenden alle Gefahr abzuwenden, welche aus dem Begraben neben bewohnten Oertern entstehn kann?*

7) *Welche Arten von Gräsern geben auf sandigen, lehmigen und sumpfigen Wiesen das nahrhafteste Futter für Rindvieh und Pferde? und wie lassen sie sich am besten auf diesen Wiesen statt der minder nützlichen Pflanzen anbauen und vermehren?*

8) *In wie weit läfst sich über die Fruchtbarkeit des Bodens, er sey bebaut oder liege wüst, aus den von Natur auf ihm wachsenden Pflanzen urtheilen; und wie weit können diese als Kennzeichen von dem dienen, was man zur Verbesserung des Bodens zu thun hat?*

9) *Was weifs man von dem Auslaufen des Saftes einiger Bäume und Sträucher im Frühjahr, wie z. B. der Weinrebe, der Pappel, der Esche, des Ahorns und anderer? was läfst sich darüber durch ferneres Beobachten lernen? welche Folgerungen kann man daraus über die Ursache des Ansteigens des Saftes in den Bäumen und Pflanzen ableiten? und welche für die Baumzucht nützliche Belehrungen lassen sich aus den Fortschritten der Wissenschaft in Hinsicht dieses Gegenstandes ziehn?*

10) *Welche Vortheile bringen in diesem Lande Frost und Schnee dem Anbau nützlicher Pflanzen? Was läfst sich thun, um ihren wohlthätigen Einfluss zu vermehren? und welche Vorsichtsmaafsregeln hat man aus Erfahrung als die besten kennen gelernt, um der Gefahr vorzubeugen, welche starker Frost Bäumen und Pflanzen droht?*

11) Da die Erfahrungen und Beobachtungen, die seit undenklichen Zeiten gemacht sind, gelehrt haben, dafs alle Meeresarme, welche durch das Ausfliefsen von

Strömen und von Seen in die Nordſee gebildet ſind, immer mehr und mehr nach Süden verſetzt werden, durch die Sandbänke, welche ſich abſetzen, und daſs an Orten, wo ſie mehr als einen Meeresarm gebildet haben, die ſüdlichen die tiefſten ſind, und die übrigen nördlicheren ihre Tiefe verlieren; ſo frägt die Geſellſchaft, *wie dieſe Erſcheinung zu erklären ſey? welches die phyſikaliſche Urſache derſelben iſt? und was man davon in der Zukunft zu erwarten habe?*

12) Da Kohlen, welche man eben erſt anbrennt, die Luft in kürzerer Zeit mephitiſch machen, als glühende Kohlen, obgleich letztere, bei gleicher Menge, mehr Sauerſtoffgas in kohlenſaures Gas verwandeln; und da die wahrgenommenen plötzlichen Erſtickungen durch Kohlen, welche im Anbrennen begriffen ſind, ſich nicht der Expulſion der Luft zuſchreiben laſſen, welche beim Erlöſchen der Kohlen abſorbirt iſt, und in ihnen eine Veränderung leidet; ſo wünſcht die Societät, *daſs man durch Verſuche erforſche, welche Veränderung die atmoſphäriſche Luft durch Kohlen erleidet, die im Anbrennen begriffen ſind; daſs man ſie mit der Veränderung vergleiche, welche glühende Kohlen in ihr hervorbringen; und daſs man auf dieſe Art beſtimme, durch welche Urſache das plötzliche Erſticken durch Kohlen, die im Anbrennen begriffen waren, bewirkt wurde.*

13) *Welches iſt der Urſprung des Kohlenſtoffs in den Pflanzen? Wird er durch die Vegetation ſelbſt, ganz oder theilweiſe erzeugt, wie die Verſuche des Hrn. von Crell zu beweiſen ſcheinen, und wie einige Phyſiker annehmen? — Und wenn dieſem ſo wäre, wie wird dieſe Erzeugung bewirkt? — Oder iſt dem nicht ſo, auf welche Weiſe abſorbiren die Pflanzen den Kohlenſtoff? Geſchieht die Ver-*

ſchluchung, nachdem der Kohlenſtoff mit Sauerſtoff in Verbindung getreten und in kohlenſaures Gas verwandelt iſt, oder auf welche Weiſe ſonſt? Die Geſellſchaft wünſcht dieſe Frage durch Verſuche entſchieden zu ſehn; theoretiſche Betrachtungen über dieſen Gegenſtand werden für keine Beantwortung angeſehn werden.

14) *Woher rührt das Eiſen, welches ſich bei der Zerlegung einiger Pflanzen findet? Läſst es ſich in jedem Fall kleinen Eiſentheilen zuſchreiben, welche die Pflanzen mit ihrer Nahrung eingeſogen haben? Oder läſst ſich evident durch Beobachtungen darthun, daſs es, wenigſtens in einigen Fällen, durch die Vegetation ſelbſt erzeugt wird? Und welches Licht verbreiten dieſe Beobachtungen über andre Zweige der Phyſik?*

15) *Welches ſind die Eigenſchaften und Charaktere der gewöhnlichſten fetten oder ausgepreſsten Oehle? Läſst ſich durch eine genaue phyſikaliſche und chemiſche Kenntniſs derſelben beſtimmen, warum eine Art dieſer Oehle ſich mehr, als eine andere, für verſchiedne Zwecke eignet, wie z. B. zur Nahrung, zum Erleuchten, zur Mahlerei u. d. m. Und läſst ſich zu Folge einer ſolchen Unterſuchung angeben, welche minder bekannte Oehlpflanzen man mit Vortheil bauen würde.*

Für folgende dauert die Bewerbungszeit bis zu *dem 1ſten Januar* 1816.

16) Ungeachtet der Fortſchritte, welche man in den letzten Jahren in der chemiſchen Zerlegung der Pflanzen gemacht hat, kann man ſich auf die Reſultate derſelben nicht ganz verlaſſen, denn nicht ſelten weichen dieſe bei Analyſen, die auf gleiche Art und mit

Sorgfalt gemacht ſind, bedeutend von einander ab. Da indeſs unſere Kenntniſs von der Natur der Pflanzen, ihrem gröſseren oder geringeren Nutzen als Nahrungsmittel, und ihren mediciniſchen Kräften groſsentheils auf ihr beruht, ſo verſpricht die Geſellſchaft *die doppelte goldne Medaille*, 300 holl. Gulden werth, *demjenigen, der durch ältere oder neue Verſuche, (die ſich beim Wiederholen als genau bewähren,) der chemiſchen Analyſe der Pflanzen den höchſten Grad der Vollkommenheit verſchafft, und die beſte Anleitung zur chemiſchen Analyſe der vegetabiliſchen Materien einreicht, welche für jeden Fall den leichteſten Weg zeigt und die mehrſte Sicherheit giebt, ſo daſs die Proceſſe bei gleicher Sorgfalt immer gleiche Reſultate geben.*

Für eine unbeſtimmte Zeit.

17) *Ein genauer Catalog aller wirklich einheimiſchen und nicht blos hierher verſetzten Säugthiere, Vögel und Amphibien dieſes Landes, mit ihren verſchiednen Namen in den verſchiedenen Theilen der Republik, ihre generiſchen und ſpecifiſchen Charactere nach Linné, und eine Hinweiſung auf die beſte bekannte Abbildung eines jeden.*

PHILOSOPHISCHE UND MORALISCHE WISSENSCHAFTEN.

Da die Geſellſchaft auf folgende Preisfrage, deren Bewerbungszeit jetzt um iſt, keine Beantwortung erhalten hat, ſo wiederholt ſie ſie

bis zum 1ſten Januar 1816

„Es iſt eine allgemein bekannte Maxime, *die Weisheit der Völker zeige ſich in ihren Sprichwörtern*, und es ſcheint für die Anthropologie und für die philoſophiſche Politik ſehr intereſſant zu ſeyn, dem Ein-

fluſſe nachzuſpüren, den die Sprichwörter auf die intellectuelle und moraliſche Civiliſation einer Nation, und dieſe umgekehrt auf die Sprichwörter gehabt haben. Die Geſellſchaft wünſcht daher eine *philoſophiſche Ueberſicht der gemeinſten und nationalſten holländiſchen Sprichwörter, und eine ſo viel als möglich hiſtoriſche Nachweiſung des gegenſeitigen Einfluſſes dieſer Sprichwörter auf die Civiliſation und den Charakter der Nation, und dieſer auf die Sprichwörter,* zu erhalten. Es kömmt darauf an, dieſen Gegenſtand unmittelbar auf die holländiſche Nation anzuwenden.

Folgende *neue Preisfrage* giebt die Geſellſchaft auf, um ſie beantwortet zu ſehn

vor dem 1ſten Januar 1816.

„Welche vortheilhafte Wirkungen haben die Ereigniſſe der fünf letzten Quinquennien auf die Denkungsart, die Civiliſation und die Moralität der Europäiſchen Nationen gehabt; und was läſst ſich mit Wahrſcheinlichkeit für das Glück der zukünftigen Zeiten von ihnen hoffen?“

Im *vorigen Jahre* hatte die Geſellſchaft folgende Preisfrage aufgegeben, um welche die Bewerbungszeit zu Ende geht *am* 1. *Januar* 1815.

Da das allmählige Umſichgreifen einer gewiſſen Denkungsart offenbar erfordert, daſs man ſich allgemeiner bemühe, den Schöpfer aus ſeinen Werken kennen zu lernen, ſo frägt man: *„Wie ſich der Unterricht nach Zeit und Ort ſo einrichten laſſe, daſs ſowohl der geübtere Verſtand, als der weniger unterrichtete, die Evidenz der Offenbarung einſehe und fühle, durch welche der Schöpfer ſich in der ſichtbaren Natur zu erkennen giebt?*

LITERAIRISCHE UND ANTIQUARISCHE WISSENSCHAFTEN.

1) Die Gesellschaft hat zwei Beantwortungen auf folgende Preisfrage erhalten: *„Was läßt sich mit „Wahrscheinlichkeit von dem Brennspiegel denken, „mit welchem Archimedes, mehreren Schriftstellern „zu Folge, eine römische Flotte in einer gewissen „Entfernung in Brand gesteckt haben soll? Im Fall „ein solcher Brennspiegel wirklich vorhanden ge„wesen ist, ist es wahrscheinlicher, dafs er aus Glas, „oder, wie Büffon will, aus Stahl bestanden habe? „Wenn der Brennspiegel von einem andern erfun„den ist, was läßt sich von dem Erfinder und von „der Zeit der Erfindung ausmitteln.“* Die Antwort in holländischer Sprache hatte die Devise *Het was even* etc.; eine Antwort in lateinischer Sprache war ohne Devise. Die Gesellschaft urtheilte, die erste Abhandlung sey auserordentlich gut geschrieben, ihr Verfasser habe seine Meinung bis zum höchsten Grade der Wahrscheinlichkeit gebracht, und sie verdiene den Preis. Bei Oeffnung des Zettels fand sich, dafs der Verfasser derselben ist Johann Peter van Capelle in Amsterdam.

2) Sie hatte ebenfalls zwei Antworten, und zwar in holländischer Sprache, über folgende Preisfrage erhalten: *„Sind Uebersetzungen der alten Griechen „und Römer, besonders ihrer Dichter, in unsere „Sprache, von Nutzen? Welchen Nutzen bringen „sie, und wie müssen sie beschaffen seyn, um am „nützlichsten zu werden?* Man sprach der Abhandlung mit der Devise *Hoc primum* etc. den Preis zu, und beschlofs, die zweite Abhandlung mit der Devise *Plevi omnes sunt liberi* etc. als Accessit drucken zu lassen, und dem Verfasser derselben, wenn er sich in 6 Wochen nennen wolle, die silberne Medaille zu er-

theilen. Beim Oeffnen des Zettels fand sich als Verfasser der erstern N. G. Van Kampen zu Leiden.

3) Eine französische Antwort mit der Devise: *Prostat perquirere verum*, war auf die Frage eingekommen: *„Da die Sprachen von einem angeblichen Zufall eben so wenig abhängen, als sie nicht völlig willkührlich sind, durch Vergleichung mehrerer derselben, und besonders der alten, darzuthun: 1) welches die allgemeinen Züge und die vornehmsten Eigenschaften sind, die sich in den mehrsten Sprachen wiederfinden? 2) welches die vornehmsten Verschiedenheiten sind? und 3) welches die Quellen der allgemeinen Uebereinstimmung und die Gründe der Verschiedenheiten sind, aus denen sich die Mannigfaltigkeit der Sprachen ableiten und erklären läßt?“* Die Gesellschaft urtheilt, diese Beantwortung sey ungenügend, und wiederholt die Preisfrage für eine *unbestimmte Zeit*.

Die folgende *neue Preisfrage* giebt die Gesellschaft auf, und setzt für sie die Bewerbungszeit

bis zum 1sten Januar 1816.

4) Da, die vielen älteren Zweifel nicht zu gedenken, zu unsern Zeiten der berühmte J. C. Valckenar behauptet hat, der gelehrte Jude Aristobulus habe mehrere Fragmente des *Orpheus*, *Linus*, *Homer*, *Hesiodus*, *Euripides* und anderer verfertigt, und es seyen dadurch viele Gelehrte und griechische Kirchenväter hintergangen worden, und da derselbe berühmte Professor weder das letzte Kapitel der *Cyropädie*, noch die *Apologie des Socrates* dem Xenophon zuschreibt; da man ferner die Aechtheit der *Rhetorica* des Dionis von Halikarnaß in Verdacht hat, so wie der Professor Böckh das, was man

für Werke des Aeſchylus, des Sophocles und des Euripides ausgiebt; der Profeſſor Schleiermacher ſelbſt läugnet, daſs der Dialog *Minos* von Plato herrühre, der Profeſſor Fr. Aug. Wolff vier berühmte Reden des Cicero als unächt verwirft, und andre Gelehrte an der Aechtheit anderer Schriften gezweifelt haben; — ſo frägt die Geſellſchaft: „*Welches „ſind die Regeln einer geſunden und vernünftigen „Kritik, die bei ſo vielen Ungewiſsheiten und bedeutenden Zweifeln unſer Urtheil in Hinſicht der „Schriften der Alten leiten müſſen, um zu entſcheiden, was darunter ächt oder unächt iſt.*“

In dem vergangenen Jahre hat die Geſellſchaft folgende 3 *literäriſche* Fragen aufgegeben, um welche die Bewerbungszeit zu Ende geht

am 1ſten Januar 1815.

5) Da es keine raiſonnirende antiquariſche Beſchreibung der alten Begräbniſs-Monumente im Departement der Drenthe und im Herzogthum Bremen, die man *Hunnenbedden* nennt, giebt, ſo frägt die Geſellſchaft: „*Von welchen Völkern rühren die Hunnenbedden her? zu welcher Zeit läſst ſich annehmen, daſs ſie dieſe Gegenden bewohnten?*“ Da die Geſchichte über dieſe Monumente keine genügende Aufklärung giebt, ſo wünſcht die Geſellſchaft: 1) *daſs man ſie mit ähnlichen Monumenten vergleiche*, die man in Groſsbritannien, Dänemark, Norwegen, Deutſchland, Frankreich und Ruſsland findet; 2) daſs man *die Grabſteine, die Urnen, die Waffen, die Zierathen und das Opfergeräth*, welche in dieſen Hunnenbedden liegen, mit den Urnen, Waffen, und ähnlichen Geräthen vergleiche, die man in den Grabſtätten der alten Deutſchen, Galier, Slaven, Hunnen und

andrer nordiſchen Völker, über welche Pallas mehrere Particularitäten giebt, gefunden hat."

6) Es wird verlangt, *daſs man aus den Schriften der alten Griechen und Römer nachweiſe, welche Kenntniſſe über Gegenſtände der Experimental-Phyſik ſie gehabt haben, und ob aus ihren Schriften unwiderleglich hervorgehe, daſs ſie in dem einen oder dem andern Zweige derſelben Kenntniſſe beſeſſen haben, die jetzt verloren gegangen ſind?*

7) *Fordert die Vollkommenheit der Geſchichte, und iſt es Pflicht des Geſchichtſchreibers, ſich auf die bloſse Erzählung der Thatſachen und der Ereigniſſe zu beſchränken? oder darf er es ſich erlauben, zugleich ſeine Meinungen und Urtheile über die Quellen und Urſachen der Ereigniſſe, über die Beweggründe der Handlungen, und über die Lehren der Weisheit und Klugheit mitzutheilen, die ſich daraus ableiten laſſen?*

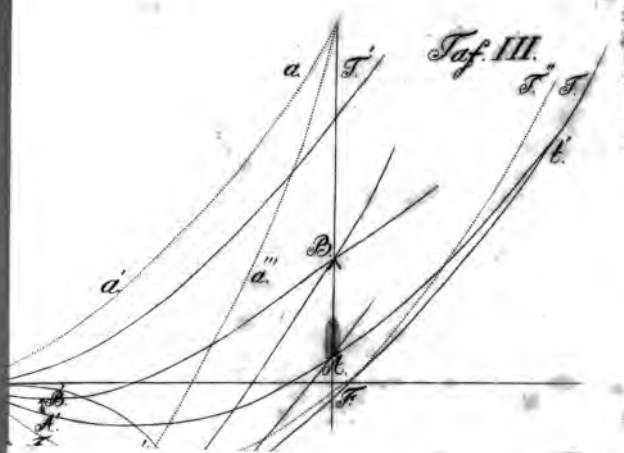
und für eine unbeſtimmte Zeit

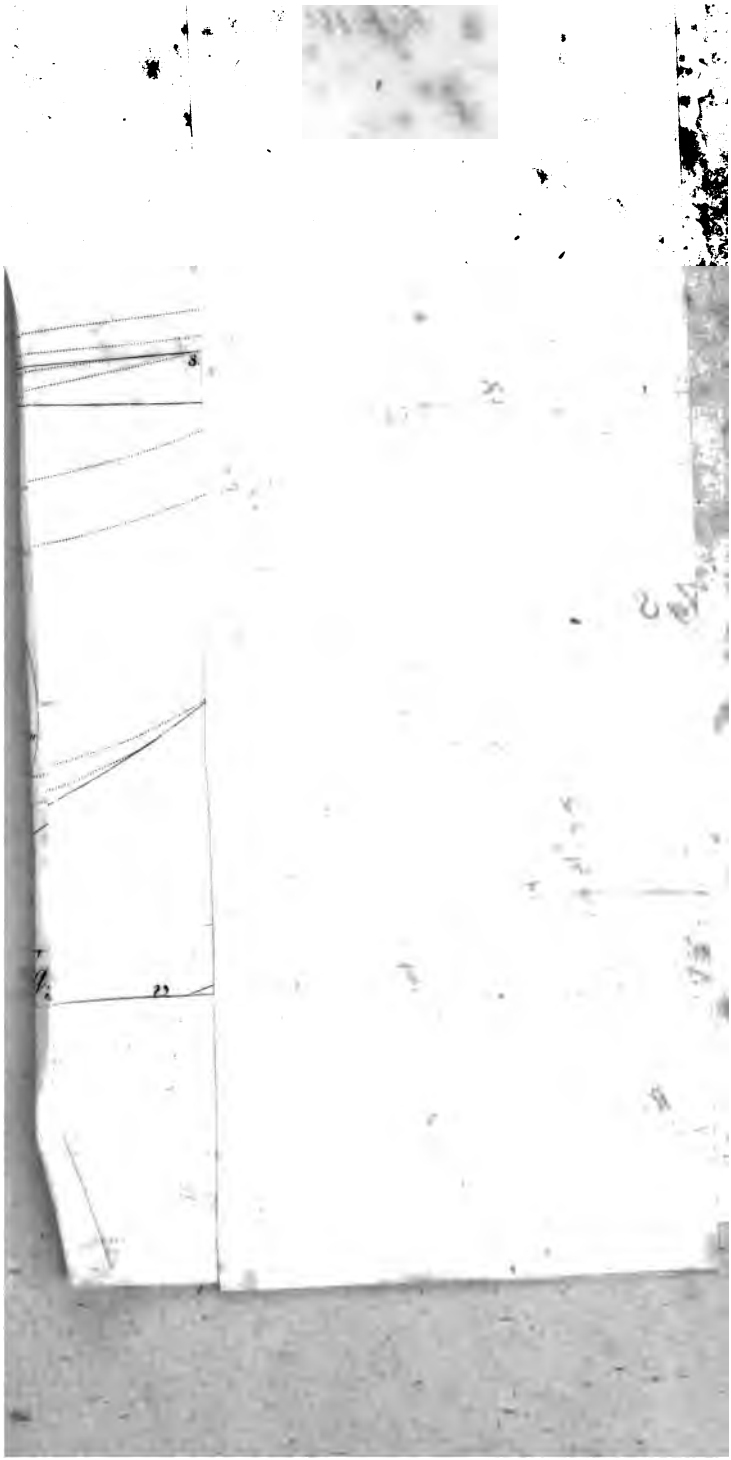
8) *Hat man wirklich Grund, der Stadt Harlem die Ehre ſtreitig zu machen, daſs in ihr die Buchdruckerkunſt mit einzelnen beweglichen Lettern vor dem Jahre 1440 von Lorenz Janſs Coſter erfunden iſt? und iſt dieſe Kunſt nicht von dort erſt nach Mainz gebracht und daſelbſt dadurch verbeſſert worden, daſs man, ſtatt der hölzernen Buchſtaben, aus Zinn gegoſſene genommen hat?* Die Geſellſchaft erhöht den gewöhnlichen Preis mit 30 Ducaten für den, der neue oder beſſer bewährte Beweiſe als bisher geben ſollte. Auch verſpricht ſie demjenigen, der ihr irgend einen Umſtand in Beziehung der Erfindung der Buchdruckerkunſt mittheilen wird, aus welchem ſich über die Frage einiges Licht ziehn läſst, einen der Wichtigkeit deſſelben entſprechenden Ehren-Preis.

Die Geſellſchaft bringt in Erinnerung, daſs ſie ſchon in der auſserordentlichen Sitzung vom Jahr 1798 beſchloſſen hat, in jeder jährl. auſserordentlichen Sitzung zu deliberiren, ob unter den Schriften, die man ihr ſeit der letzten Sitzung über irgend eine Materie aus der Phyſik oder Naturgeſchichte zugeſchickt hat, und die keine Antworten auf die Preisfragen ſind, ſich eine oder mehrere befinden, die eine *auſserordentliche Gratification* verdienen, und daſs ſie der intereſſanteſten derſelben die ſilberne Medaille der Societät und 10 Ducaten zuerkennen wird.

Die Geſellſchaft wünſcht möglichſte Kürze in den Preisabhandlungen, Weglaſſung von allem Auſserweſentlichen, Klarheit und genaue Abſonderung des wohl bewieſenen von dem, was nur Hypotheſe iſt. Alle Mitglieder können mit concurriren, nur müſſen ihre Aufſätze und die Deviſen mit einem *L* bezeichnet ſeyn. Man kann holländiſch, franzöſiſch, lateiniſch oder deutſch antworten; nur muſs man mit lateiniſchen Buchſtaben ſchreiben. *Keine Abhandlung wird zugelaſſen werden, der es anzuſehn iſt, daſs die Handſchrift von dem Verfaſſer ſelbſt herrührt, und ſelbſt die zugeſprochne Medaille kann nicht ausgehändigt werden, wenn man die Handſchrift des Verfaſſers in der eingereichten Abhandlung entdeckt.* Die Abhandlungen werden mit den verſiegelten Deviſenzetteln eingeſchickt an den Hrn. M. van Marum, Secretär der Geſellſchaft. — Der *Preis* auf die Frage iſt eine goldne Medaille mit dem Namen des gekrönten Verfaſſers und die Jahrszahl der Preisertheilung am Rande, oder eine Geldſumme von 500 holländ. Gulden, wenn der Verf. dieſe vorzieht. Wer einen Preis oder ein Acceſſit erhält, iſt verpflichtet, ohne ausdrückliche Erlaubniſs der Geſellſchaft ſeinen Aufſatz weder einzeln, noch ſonſt wo drucken zu laſſen.

Noch folgt das Verzeichniſs neu ernannter Directoren und Mitglieder der Geſellſchaft. Unter letztern befinden ſich folgende Deutſche: die Herren Doctoren Kieſer, Schweigger, und Schwägrichen, Profeſſor der Naturgeſchichte zu Leipzig.


Taf. III.
a
T'
T''
T
t'
B
a'
a'''
A
F
B
A'



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1814; ACHTES STÜCK.

I.

Neue Verſuche über die Salzſäure und die oxygenirte Salzſäure mit Hülfe der Electricität angeſtellt.

von

WILL. HENRY, M. D., Vicepräſ. d. gel. Geſ. zu Mancheſter *).

Die Streitigkeit, welche vor Kurzem zwiſchen den HH. Davy und Murray über die Natur des ſalzſauren Gas entſtanden iſt **), veranlaſste mich, meine älteren Verſuche über das ſalzſaure Gas, welche ich in den Schriften der Londner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften auf das Jahr 1800 be-

*) Ausgezogen aus den *Philoſ. Transact. of the R. Soc. of Lond. for* 1812. Vol. 2. von Gilbert.

**) Ich habe meinen Leſern das wiſſenſchaftlich Merkwürdige aus den intereſſanten Streitſchriften, welche zwiſchen dieſen Chemikern gewechſelt worden ſind, im Februarſtück des vorigen Jahrg. dieſ. *Annalen* (B. 45. S. 117 f.) mitgetheilt, und werde in den folgenden Stücken noch einiges Neuere nachtragen. G.

kannt gemacht habe *), noch einmal aufzunehmen. Ich hatte in ihnen versucht, das salzsaure Gas durch electrische Schläge zu zersetzen, und gefunden, dass, wenn man trocknes salzsaures Gas über Queckſilber electrisirt, der Raum des Gas abnimmt, dass dabei versüßtes salzsaures Queckſilber und Wasserstoffgas entstehen, und dass es fruchtlos ist, das Electrisiren über eine gewisse Gränze hinaus fortzusetzen, weil dann keine Wirkung weiter erfolgt.

Meine neuen electrischen Versuche mit salzsaurem Gas sind von mir in dem Apparate angestellt worden, dessen ich mich bei meinen Untersuchungen über die Zersetzung des Ammoniakgas **) zum Electrisiren dieses Gas mit Vortheil bedient hatte. Er besteht aus einem kugelförmigen Glasgefäße, worin zwei Glasröhren eingeschmelzt sind, und das mit einem Halse versehn ist, welcher sich, je nachdem der Gebrauch es erfordert, mit einem Glasstöpsel, oder mit einer Metallplatte, die ein Hahnstück trägt, verschliefsen läßt. Durch die beiden Röhren gehn eingeschmelzte Platindrähte, deren Spitzen den Abstand von einander haben, welcher nöthig ist, damit die electrischen Schläge von dem einen zu dem andern überspringen können.

Ich liefs in diesen Apparat 4½ Kubikzoll *salzsaures Gas* steigen, und 2000 Entladungsschläge einer Kleistischen Flasche hindurch gehn. Am Ende dieses Versuchs war keine Spur von Feuchtigkeit an

*) Und in dies. *Annal.* J. 1801 St. 3, oder B. 7. S. 265. *Gr*

**) *Annal.* Jahrg. 1810. St. 11. od. B. 36. S. 291 f. *G.*

der innern Fläche des Apparats zu entdecken, und als ich den Hahn öffnete, ſchien mir keine Raumveränderung zu erfolgen, ſo daſs ſich alſo das Gas weder ausgedehnt noch zuſammengezogen hatte. Ich ließs nun Waſſer hineinſteigen, welches das nicht zerſetzte ſalzſaure Gas verſchluckte, und es blieb ein Gasrückſtand übrig, der aus 100 Maaſs oxygenirt-ſalzſaurem Gas und 140 Maaſs Waſſerſtoffgas beſtand; 1 ſolches Maaſs war aber gleich dem Raume, welchen 1 Grain Queckſilber einnimmt *). Nun aber entſteht bekanntlich ſalzſaures Gas aus gleichen Räumen oxygenirt-ſalzſaurem Gas und Waſſerſtoffgas **). In meinem Verſuche iſt alſo die Menge des entſtandenen oxygenirt-ſalzſauren Gas gegen die des Waſſerſtoffgas etwas zu klein. Daran ſcheinen zweierlei Urſachen Antheil gehabt zu haben. Ich hatte nämlich erſtens nicht verhindern können, daſs nicht zugleich mit dem ſalzſauren Gas zwei oder drei Queckſilber-Kügelchen in das Gefäſs traten, und dieſe waren während des Verſuchs an der Oberfläche matt geworden, auf dieſelbe Art, als wenn oxygenirt-ſalzſaures Gas auf Queckſilber einwirkt; und zweitens war etwas oxygenirt-ſalzſaures Gas von dem Waſſer eingeſogen worden, von welchem ich das nicht zerſetzte ſalzſaure Gas hatte einſchlürfen laſſen.

*) Es betrugen alſo 100 ſolche Maaſse nicht ganz 0,03 und 140 ungefähr 0,042 engl. Kubikzoll. *G.*

**) Wie die Herren Davy und Gay-Luſſac gezeigt haben; vergl. *Annal.* B. 35. S. 17 f. *G.*

Um die Einwirkung der Electricität auf das Gas zu begünſtigen, nahm ich bei der Wiederholung dieſes Verſuchs ein ſehr kleines Gefäſs, welches nicht über 1400 Grain Queckſilber (ungefähr 0,41 Kubikzoll) faſste, und das einen ſehr engen Hals von nur $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer hatte, in welchem daher die geringſten Veränderungen in dem Raume des Gas ſichtlich werden muſsten. Aber auch jetzt fand ſich, als ich nach dem Electriſiren den Stöpſel herauszog, nicht die kleinſte Veränderung in dem Raume des Gas; das Waſſerſtoffgas, welches übrig blieb, nachdem das unzerſetzte ſalzſaure Gas vom Waſſer war eingeſogen worden, betrug nur 20 Maafs; und des oxygenirt-ſalzſauren Gas war zu wenig, als daſs es ſich hätte meſſen laſſen; doch offenbarte ſich die Gegenwart deſſelben hinlänglich durch die Wirkung auf etliche Queckſilber-Tröpfchen, welche an der innern Oberfläche des Gefäſses hängen geblieben waren.

Dieſer Verſuch und einige folgende mit einer gleichen Menge von ſalzſaurem Gas belehrten mich, daſs ich bei dem vorigen Verſuche zu lange electriſirt hatte, und daſs ſich dieſelbe Wirkung mit dem *achten* Theile der electriſchen Schläge, die ich gebraucht hatte, erhalten lieſs. Ich wiederholte daher den vorigen Verſuch, indem ich nur den achten Theil ſo lange als zuvor electriſirte; und nun betrug die gröſste Menge Waſſerſtoffgas, welche ich erhielt, nur $\frac{1}{16}$ des Raums des electriſirten ſalzſauren Gas. Bei meinen früheren im Jahr 1800

angeſtellten Verſuchen, bei denen ich das Gas über Queckſilber electriſirt habe, hatte ich dagegen gewöhnlich eine Menge von Waſſerſtoffgas erhalten, welche $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{14}$ des electriſirten ſalzſauren Gas an Raume gleich war. Offenbar hatte alſo bei jenen Verſuchen das Queckſilber einen groſsen Antheil an dem Reſultate gehabt. In der That fand ich, daſs die Veränderung des ſalzſauren Gas durch das Electriſiren deſto ſchneller und vollſtändiger erfolgte, je gröſser verhältniſsmäſsig die Oberfläche war, in welcher das ſalzſaure Gas und das Queckſilber einander berührten. Auch wurde die Wirkung ſehr beſchleunigt, wenn ich die electriſchen Schläge aus dem Platindrahte auf das Queckſilber überſpringen lieſs, wobei das Queckſilber zum Theil dampfförmig aufſtieg, welches ſich dadurch zeigte, daſs in einigen Fällen die ganze innere Oberfläche des Gefäſses mit ſublimirtem Calomel überzogen war. Das Queckſilber wirkt, wie es mir ſcheint, in dieſen Fällen allein dadurch, daſs es ſich des oxygenirt-ſalzſauren Gas bemächtigt, ſobald dieſes ſich bildet; denn nie habe ich bei meinen über Queckſilber angeſtellten Verſuchen eine Spur von oxygenirt-ſalzſaurem Gas entdeckt.

Welche Theorie man auch über die Natur des *ſalzſauren Gas* annehmen möge, immer iſt zu erwarten, daſs es möglich ſey, daſs in einer Mengung dieſes Gas mit *oxygenirt-ſalzſaurem Gas* und mit *Waſſerſtoffgas*, die beiden letztern in einem ſol-

chen Verhältniſs vorhanden ſeyn können, daſs ſie, wenn ſie auf einander einwirken, ſich zu ſalzſaurem Gas vereinigen. Nach meinen Verſuchen geſchieht dieſes, wenn die Summe des oxygenirt-ſalzſauren Gas und des Waſſerſtoffgas ſich zu dem ſalzſauren Gas wie 1 : 35 verhält. Die Gröſse der Veränderung, welche ſich in ſalzſaurem Gas dadurch bewirken läſst, daſs man es auſser aller Berührung mit Queckſilber electriſirt, wird durch dieſe Reaction begränzt, die das oxygenirt-ſalzſaure Gas und das Waſſerſtoffgas auf einander ausüben, ſo oft ſie einen gewiſſen Theil der Mengung ausmachen. Iſt dieſe Proportion erreicht, und man fährt mit Electriſiren fort, ſo erzeugt man auf der einen Seite wieder, was man auf der andern zerſetzte.

Es war nun die Frage, *wie die Gränze ſich beſtimmen laſſe*, bei der die Wirkung der Electricität auf ſalzſaures Gas aufhört, wenn es über Queckſilber geſperrt iſt. Hr. Dalton, der bei meinen Verſuchen gegenwärtig war, äuſserte, die Gegenwart des Waſſerſtoffgas möge vielleicht Urſache ſey, daſs die Wirkung begränzt werde. Dieſes veranlaſste mich, 30 Maaſs *Waſſerſtoffgas* zu 400 Maaſs gewöhnlichem *ſalzſauren Gas* ſteigen, und durch beide 900 Entladungsſchläge hindurchgehn zu laſſen. Es fand ſich bald, daſs in der That das Waſſerſtoffgas einen wichtigen Einfluſs auf das Reſultat hatte; die Oberfläche des Queckſilbers,

womit das Gas gesperrt war, veränderte sich kaum gegen Ende des Versuchs, und beim Zerlegen des Gasrückstands fand sich, dass dieser dieselbe Menge salzsaures Gas und Wasserstoffgas als vor dem Versuche enthielt. Das, was in diesem Versuche vorgeht, liesse sich nach der alten Theorie folgendermasen erklären: während die Electricität das Wasser der Salzsäure zersetzt, findet in diesem Fall jedes von seinem Theilchen Wasserstoff durch die electrische Kraft getrennte Theilchen Sauerstoff, ein freies Theilchen Wasserstoff in seinem Wirkungskreise, und vereinigt sich damit wieder zu Wasser. Nach Davy's Theorie würde dieselbe Reihe von Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen zwischen dem oxygenirt-salzsauren Gas und dem Wasserstoffgas selbst vorgehn.

Eine zweite Frage ist, *woher das Wasserstoffgas rührt*, das sich, wenn salzsaures Gas electrisirt wird, stets in einem beschränkten Verhältnisse einfindet. Hat es seinen Grund in einer Zersetzung von Wasser, welches nach der gewöhnlichen Theorie in dem salzsauren Gas als Bestandtheil vorhanden ist; oder rührt es von einer Trennung des oxygenirt-salzsauren Gas und des Wasserstoffs her, welche nach Davy die Bestandtheile der Salzsäure ausmachen?

In meinen früheren electrischen Versuchen mit salzsaurem Gas hatte ich geglaubt, dass sich der Umstand, dass die Erzeugung des Wasserstoffgas,

welche hierbei vor ſich geht, begränzt iſt, daraus erklären laſſe, daſs alsdann die Zerſetzung des Waſſers des ſalzſauren Gas vollſtändig bewirkt werde. Ich habe vorhin eine andere Erklärung angedeutet. Daſs das ſalzſaure Gas, wenn es electriſirt wird, ohne daſs Queckſilber gegenwärtig iſt, ſeinen Raum, wie wir geſehn haben, nicht verändert, läſst ſich als eine der neuen Theorie günſtige Thatſache betrachten. Denn da gleiche Räume oxygenirt-ſalzſaures Gas und Waſſerſtoffgas, wenn ſie ſich zu ſalzſaurem Gas vereinigen, keine Raum-Verminderung erleiden, ſo muſs umgekehrt auch keine Raum-Veränderung eintreten, wenn dieſe beiden Elemente ſich wieder von einander trennen, daher die Producte dieſer Trennung aus gleichen Raummengen von beiden Gasarten beſtehn müſſen. Das Verhältniſs, worin ich dieſe beiden Gasarten erhalten habe (100 Maaſs oxygenirt-ſalzſaures Gas auf 140 Maaſs Waſſerſtoffgas) entſprechen dieſer Theorie zwar nicht genau, die Abweichung iſt indeſs nicht gröſser, als ſie ſich nach den Umſtänden des Verſuchs erwarten lieſs. — Daſs ich in mehreren meiner Verſuche, bei denen das electriſirte ſalzſaure Gas mit Queckſilber geſperrt war, die Menge des erzeugten Waſſerſtoffgas und die Raum-Verminderung des ſalzſauren Gas ganz übereinſtimmend fand, ſcheint mir zu beweiſen, daſs in der That gleiche Räume oxygenirt-ſalzſaures Gas und Waſſerſtoffgas erzeugt werden. Das Verſchwinden

eines gewiſſen Antheils des oxygenirt-ſalzſauren Gas läſst ſich nur einem Verſchlucken dieſes Gas durch das Queckſilber zuſchreiben.

Electriſirt man mit einander über Queckſilber *ſalzſaures Gas* und *Sauerſtoffgas*, ſo ſieht man den Raum beider ſich vermindern, und das Queckſilber ſo anlaufen, wie durch oxygenirt-ſalzſaures Gas. — Ich habe vor kurzem anſehnliche Mengen beider Gasarten in einem Gefäſse electriſirt, das ich auf der Luftpumpe *luftleer* gemacht, und dann mit ihnen gefüllt hatte. Die Erſcheinungen waren ſehr intereſſant. Es entſtand Waſſer und oxygenirt-ſalzſaures Gas. Das Waſſer verband ſich mit einem Theil des nicht zerſetzten ſalzſauren Gas zu tropfbar flüſſiger Salzſäure, welche ſich in Tröpfchen an der inneren Glasfläche abſetzte. Als ich den Hahn des Gefäſses unter Queckſilber öffnete, drang Queckſilber hinein, und augenblicklich lief die Oberfläche deſſelben an. Läſst man das noch übrige ſalzſaure Gas von einigen Tropfen Waſſer verſchlucken, ſo verräth ſich das oxygenirt-ſalzſaure Gas durch ſeinen Geruch und dadurch, daſs es Lackmuspapier entfärbt. Der Verſuch iſt nicht ſchwierig; 300 bis 400 Entladungen einer gewöhnlichen Verſtärkungsflaſche reichen hin, daſs ſich Feuchtigkeit ſichtbar abſetzt *).

*) Ein Gemiſch aus *ſalzſaurem Gas* und *Sauerſtoffgas*, das man ruhig über Queckſilber ſtehn läſst, zieht ſich allmählig zuſammen, bis alles ſalzſaure Gas verſchwunden iſt.

Dieſe Thatſachen laſſen ſich nach beiden Theorien erklären. Nach der älteren bemächtigt ſich der Sauerſtoff des Radikals der Salzſäure; und das Waſſer des ſalzſauren Gas wird frei. Nach Davy's Theorie vereinigt ſich der Sauerſtoff mit dem Waſſerſtoff des ſalzſauren Gas zu Waſſer, und ſetzt das oxygenirt-ſalzſaure Gas in Freiheit.

Ich kenne keinen Proceſs und keinen Verſuch, der uns beſtimmen könnte, uns vorzugsweiſe für die eine oder für die andere dieſer beiden Theorieen zu erklären. Vielleicht ließe ſich etwas Entſcheidendes finden, wenn man die Verhältniſſe beſtimmte, in welchen die beiden Gasarten ſich ſättigen. Denn da nach Davy's Theorie das ſalzſaure Gas die Hälfte ſeines Raums an Waſſerſtoffgas enthält, und 2 Maaſs Waſſerſtoffgas erfordert werden, um mit 1 Maaſs Sauerſtoffgas Waſſer zu bilden; ſo müſste das ſalzſaure Gas $\frac{1}{4}$ ſeines Raums an Sauerſtoffgas verſchlucken, wenn es ſich in oxygenirt-ſalzſaures Gas verwandelt. Auf der andern Seite condenſiren (nach Angabe der HH. Gay-Luſſac und Thenard) 2 Maaſs ſalzſaures Gas 1 Maaſs Sauerſtoffgas, und geben damit 2 Maaſs oxygenirt-ſalzſaures Gas.

Bis jetzt iſt es mir nicht möglich geweſen, das Verhältniſs genau zu beſtimmen, in welchem ſich

(iſt das Sauerſtoffgas genug vorhanden,) und an der innern Oberfläche des Glaſes ſetzt ſich Calomel an; es entſteht aber in dieſem Falle keine Feuchtigkeit. *H.*

ſalzſaures Gas und Sauerſtoffgas durch Electriſiren mit einander vereinigen. Die Verſuche, welche ich in dieſer Abſicht angeſtellt habe, haben mir Reſultate gegeben, die unter einander ſehr abwichen. Und vielleicht dürften wir nie dahin gelangen, das Miſchungs-Verhältniſs dieſer beiden gasförmigen Körper auf dieſem Wege mit einiger Genauigkeit zu finden, da das Waſſer, welches ſich bei ihrer Einwirkung auf einander erzeugt, immer einen Theil des nicht zerſetzten ſalzſauren Gas verſchluckt.

Das Merkwürdigſte, was uns dieſe meine neuen electriſchen Verſuche mit ſalzſaurem Gas kennen lehren, iſt die Erzeugung von oxygenirt-ſalzſaurem Gas auf dem möglichſt-einfachen Wege. Auch ſehn wir, daſs in dieſem Fall Erzeugung von Waſſer ſtets die Bildung der oxygenirten Salzſäure begleitet.

II.

Erfahrungen über die Heitzung von groſsen Werkſtätten, öffentlichen Gebäuden und Privatwohnungen mit Waſſerdampf.

von

ROBERTSON BUCHANAN, Civil-Ingenieur *).

Das Waſſer, durch deſſen Dämpfe ein Gebäude geheizt werden ſoll, wird zum Kochen gebracht und darin erhalten, in einem Keſſel, der die Geſtalt und die Einrichtung der Keſſel der Dampfmaſchinen hat, und wird durch dieſelbe Vorrichtung, wie dieſe, bis zu einer beſtimmten gleichbleibenden Höhe voll Waſſer erhalten. Um vor Feuersgefahr völlig geſchützt zu ſeyn, iſt es zweckmäſsig, den Keſſel auſserhalb des Gebäudes anzubringen.

Gröſse des Keſſels.

Ueber dieſen für die Praxis ſehr weſentlichen Punct haben wir glücklicher Weiſe mehrere Erfahrungen.

*) Ausgezogen aus dem zweiten Theile ſeiner intereſſanten *Practical and deſcriptive Eſſays on the economy of combuſtibles and the employment of heat; Glasgow* 1810, von Gilbert.

Die HH. Houldsworth und Comp. haben in ihrer Spinnmühle zu *Anderſton* eine Dampfmaſchine, welche die Kraft von 21 Pferden beſitzt, aber nur eine Kraft von 16 Pferden zu äuſsern nöthig hat. Die übrige, der Kraft von 5 Pferden gleich wirkende Dampfmenge benutzt man zum Heitzen der beiden Gebäude, von denen das eine die Spinnerei und alle ihre Werkſtätte enthält, und das andere zwar eben ſo lang, aber minder tief und hoch als das erſtere iſt. Die Spinnerei hat 6 Stockwerke, von denen jedes 116 Fuſs lang, 27,8 Fuſs breit und 9 Fuſs hoch iſt, folglich einen Raum von 28884 engl. Kubikfuſsen in ſich faſst; macht auf alle 6 Etagen 173304 Kubikfuſs. Das zweite Gebäude ſchlieſst einen Raum von 76696 Kubikfuſs in ſich. Der zu heitzende Raum beträgt alſo in beiden zuſammen genommen 250000 Kub. Fuſs. So viel Dampf, als die Kraft eines Pferdes auszuüben vermag, reicht dieſem zu Folge hin, in einer Spinnerei 50000 Kubikfuſs Raum zu heitzen, das heiſst, darin die Luft in einer mittleren Temperatur zwiſchen 70 bis 80° F. (17 bis 21½° R.) zu erhalten. Nun weiſs man aber, daſs, um die Kraft eines Pferdes hervorzubringen, erfordert wird, daſs 25 Kub. Fuſs Waſſer in dem Keſſel der Dampfmaſchine ſind. Folglich wird mit jedem Kubikfuſs Waſſer des Dampfkeſſels ein 2000 Kubikfuſs groſser Raum geheitzt werden können. Und dieſe Dampfmenge iſt eher gröſser als kleiner, als nöthig iſt, da ſie

eine Wärme giebt, die oft über 80° F. (21½° R.) hinauf geht.

Zwar hängt die Menge elaſtiſchen Dampfs, die man in einem Keſſel erhält, weit mehr von der Gröſse der Oberfläche, auf welche die Hitze der Feuerſtätte wirkt, als von der Waſſermenge in dem Keſſel ab; da aber die Keſſel der Dampfmaſchinen alle einerlei Form und die Feuerſtätte einerlei Einrichtung haben, ſo iſt es erlaubt, die Menge des Dampfs nach dem Waſſergehalte des Keſſels zu berechnen. Daſs, wenn man zur Heizung einen beſondern Keſſel braucht, und die Dämpfe nicht aus dem Keſſel einer Dampfmaſchine nehmen kann, der Inhalt deſſelben weit gröſser ſeyn muſs, als der überflüſſige Raum des Keſſels der Dampfmaſchine, verſteht ſich.

Folgende Tafel giebt eine Ueberſicht über die Wirkungen der Dampfheitzung, wie man ſie in verſchiedenen Spinnereien und in andern Manufacturen in England und in Schottland erhalten hat.

In der Baumwollenſpinnerei der Herren	Geheizter Raum überhaupt Kub. Fuſs	Waſſer im Keſſel überhaupt Kub. Fuſs.	1 Kub. F. heizt K. F. Raum	Kub. F. Raum geheizt v. 1 Ffs. Röhrenfläche: Gufseiſen	Erhaltene Wärme	
Houldsworth zu Anderſton	250000	—	2000	178	85° F. od. 23°, 5 R.	
Tambouring daſ.	—	—	—	240	60	12,5
Lindwood	300000	120	2500	168	70	17
W. King zu Johnſton	244583	180	1303	200	70	17
Kennedy u. Watts daſ.	289000	160	1180	160	75	19,1
Th. Houldsworth in Manchester	—	—	—	195	—	—
die Kapelle zu Port-Glasgow	60000	10	6000	400	—	—
Ein Theil der Spinnerei der Adelphi zu Glasgow	49140	—	—	182	65	14,7
Houldsworth u. Hullies	96798	—	—	165 Weiſsblech	87	24,4
Sym zu Glasgow	100395	—	—	160	72	17,8
Deanſton Doun	174720	—	—	—	—	—
Douglas Cook u. Comp.	138078	250	553	99	72	17,8

Hat man die Gröſse des Keſſels beſtimmt, ſo läſst ſich die *Menge des Brennmaterials*, welche er verzehren wird, nach folgender Regel ſchätzen,

nicht der, wie der Verf. behauptet, die HH. Watt und Boulton das nöthige Feuermaterial bei ihren Dampfmaſchinen berechnen: „Es werden ungefähr „14 Pfund guter Newcaſtler Steinkohlen auf die „Stunde für jede, der Kraft eines Pferdes gleich „kommende Dampfmenge erfordert.“ Doch muſs man dieſem, wegen der Mängel in der Anlage der Feuerſtätte, und der Unachtſamkeit der Arbeiter, die das Feuer unterhalten ſollen, immer etwas zulegen *).

Verhältniſs der Oberfläche der Röhren zu dem zu heitzenden Luftraum.

Die Erfahrung hat in den mehrſten Spinnereien gelehrt, daſs 1 Fuſs Oberfläche der Röhren, wenn ſie bis zur Temperatur des Dampfes erwärmt ſind, 200 Kubikfuſs Luft hinlänglich warm erhalten. Mehrentheils verſchafft man ſich aber etwas mehr heitzende Röhrenfläche, wie man aus der vorſtehenden Tafel ſehn kann. In der Spinnerei des Hrn.

*) Die HH. Clément und Desormes, welche unweit Paris groſse Fabriken dirigiren, und über alles, was zur Feuerung gehört, ſorgfältige Verſuche angeſtellt haben, theilten Hrn. Hachette für ſeinen *Traité élémentaire des machines* folgende Angaben über die Heitzkraft verſchiedner Brennmaterialien mit. Bei mittlerem Luftdruck und einer Luftwärme von 10 bis 15° C. vermögen zu verdampfen

Holzkohlen 12 Mal ihr Gewicht Waſſer,
Steinkohlen 8 bis 9 Mal ihr Gewicht Waſſer,
Holz 4 Mal ſo viel Waſſer, als es ſelbſt wiegt.

In Paris koſteten im J. 1809: 100 Kilogramme Holzkohle 10, Steinkohle 4, Holz 6 und Torf 3 Francs.

Houldsworth zu Anderſton erhitzt 1 Fuſs Röhre nur 179, in der der HH. Kennedy und Watt zu Johnſton nur 160; und zu Catrine ungefähr 200 Kubikfuſs Raum. In den mehrſten dieſer Werkſtätte iſt aber die Temperatur höher, als ſie ſeyn ſollte. Hr. Macnought hat vor Kurzem eine kleine Kapelle zu Port-Glasgow mit 1 Fuſs heiſser Oberfläche auf 400 Kubikfuſs kalter Luft geheitzt.

In den angeführten Beiſpielen hat der Waſſerdampf ungefähr dieſelbe Stärke, wie man ihn in den Dampfmaſchinen der HH. Watt und Boulton braucht, d. h. das Sicherungsventil des Keſſels iſt mit ungefähr 2½ Pfund für jeden Quadratzoll belaſtet. Ein elaſtiſcherer Dampf würde unſtreitig ſtärker heitzen, doch würde es ſchwer fallen, gegen ihn die Fugen hinlänglich zu ſichern.

Soll die Anlage gelingen, ſo darf man nicht verſäumen, zuvor die Beſchaffenheit des Gebäudes genau zu unterſuchen, ob es den kalten Winden ſehr ausgeſetzt, ob es im Innern ganz ausgebaut iſt, ob es verhältniſsmäſsig viel Querwände hat, und ob eine mäſsige oder eine höhere Temperatur erfordert wird. Auf alles dieſes muſs man Rückſicht nehmen bei der Beſtimmung, wie viel Raum ſich durch 1 Fuſs der Röhren ſolle heitzen laſſen.

Materie und Oberfläche der Röhren.

Man hat verſucht Röhren aus verzinntem Eiſenblech oder aus Kupferblech ſtatt aus Guſseiſen zu nehmen, theils um zu ſparen, theils weil man

meinte, bei ihrer mindern Dicke würden sie schneller heitzen. Aber gegen alle Erwartung fand sich, dafs bei gleich grofser Oberfläche das Gufseifen viel mehr Wärme als verzinntes Eifenblech und als Kupferblech gab; überdiefs verbreitete das letztere Metall einen unangenehmen Geruch. In der Bibliothek des Lord Landsdown hatte man auf kupferne Röhren eine bedeutende Summe verwendet, gab fie aber auf.

Hr. Houldsworth hat durch Verfuche die Verfchiedenheit des Heitzungsvermögens von Gufseifen und verzinntem Eifenblech zu beftimmen gefucht. Er mafs die Menge von Dampf, welche in einer gleichen Länge gleich weiter Röhren beider Art verdichtet wurde, und fand, dafs, wenn man die Wärme-Emiffion durch das Blech gleich 1 fetzt, die durch das Gufseifen gleich $2\frac{1}{2}$ war.

Man hatte in einem der Säle der Spinnerei der Adelphi zu Glasgow Röhren aus verzinntem Eifenblech angebracht; der Erfolg fiel nicht fo genügend aus, als erwartet worden war. Der Verf., dem Leslie's Verfuche über den Einfluss der Oberfläche der Körper, je nachdem fie polirt oder nicht polirt ift, auf die Emiffion der Wärme gegenwärtig waren, liefs diefe Blechröhren *fchwarz* anftreichen, und dadurch wurde die Wärme weit über feine Erwartung vermehrt.

Diefes leitet ihn auf den Gedanken, dafs die Vorzüglichkeit des Gufseifens nicht fowohl auf der *Natur* deffelben, als vielmehr auf der Farbe und

der Beſchaffenheit der *Oberfläche* beruhe. Er ſtellte darüber einige Verſuche nach Art des Hrn. Leslie an, und er glaubte zu finden, daſs, wenn die Oberfläche des verzinnten Eiſenblechs dieſelbe Farbe hatte und eben ſo rauh gemacht war, als die Oberfläche des Guſseiſens, es eben ſo viel Wärme als das Guſseiſen ausſtrahlte. Das Bemalen der Röhren aus Guſseiſen mit verſchiednen Farben ſchien ihm keine Veränderung in der Emiſſion der Wärme, hervorzubringen, wenn die Dicke des Ueberzugs in dieſen Fällen gleich war.

Man hat Kupfer, Blei, verzinntes Eiſenblech und Guſseiſen zu den Leitungsröhren zu nehmen verſucht; immer hat das letztere in jeder Hinſicht den Vorzug behauptet. Von dem Riechen des Kupfers haben wir ſchon geredet. Das Blei reiſst bald und läſst den Dampf entweichen. Verzinntes Eiſenblech iſt zwar wohlfeiler als Guſseiſen, läſst ſich leichter nach Willkühr anbringen, und giebt mit einem gehörigen Ueberzug eben ſo viel Wärme, iſt aber weit weniger dauerhaft als dieſes. Ueberdieſs erfordert es, und ſo überhaupt alle Röhren, die ſehr dünn ſind, die Vorſicht, daſs man Stellenweiſe Sicherungs-Ventile anbringe, die ſich nach Innen öffnen, damit, wenn irgendwo durch Condenſirung der Dämpfe ein luftleerer Raum entſteht, die Luft ſogleich hineindringen könne. Man hat den Fall gehabt, daſs Röhren, bei denen dieſe Vorſicht unterlaſſen war, durch den Luftdruck platt zuſammengedrückt wurden.

Was das Gufseifen betrifft, ſo kann man es ſo dick nehmen, als es die Koſten zulaſſen. Denn eine dicke Röhre wirkt zugleich wie ein Wärme-Behälter, und man erhält eine gleichförmigere Temperatur, als mit dünnen Röhren. Der Verf. empfiehlt eine Dicke von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll als die zweckmäfsigſte. Der Prof. Leslie rieth ihm, an Stellen, wo eine Röhre an einer Wand fortgeht, zwiſchen beide Tafeln von verzinntem Eiſenblech anzubringen, damit die Wärme, die ſich ſonſt in der Mauer verlieren würde, in das Innere des Saals zurückgeworfen werde.

Anordnung der Röhren.

Eine der gröfsten Schwierigkeiten, welche man bei der Anordnung eines Syſtems von Röhren, in denen Waſſerdampf circuliren ſoll, zu überwinden hat, rührt von der Ausdehnung der Metalle her. Bei einer einzigen Röhrenſtrecke, die in gerader Linie fortgeht, läſst ſich dieſe Schwierigkeit leicht beſeitigen; wenn aber mehrere Röhrenſtrecken unter verſchiedenen Winkeln zuſammenſtoſsen, ſo kömmt man in Verlegenheit, wie man die einzelnen Röhren dampfdicht ſoll ſchlieſsen machen, ohne ihnen doch den freien Spielraum für die Ausdehnung zu benehmen. Man wird ſich hiervon einen Begriff machen, wenn man hört, daſs der Verf. eine 160 Fuſs lange kupferne Röhre um 2 Zoll länger fand, wenn ſie voll Waſſerdämpfen, als wenn ſie kalt war. Er ſchlieſst aus ſeinen Erfahrungen, daſs

eiserne Röhren sich unter diesen Umständen um $\frac{1}{10}$ Zoll auf 10 Fuss verlängern.

In dem Lesezimmer der *Royal Institution* zu London hatte Graf Rumford am Ende der Leitungsröhren, durch welche es geheitzt wurde, Trommeln aus dünnem Kupferblech von etwa 5 Fuss Durchmesser gestellt, welche willig nachgaben, wenn die Röhren sich ausdehnten. Diese Einrichtung würde aber in den mehrsten Fällen zu viel Raum wegnehmen und zu kostbar werden.

Senkrecht stehende Röhren werden an allen Puncten des Umfangs eines Querschnitts gleich heifs, und dehnen sich daher ringsum gleichmäfsig nach der Länge aus, so dafs sie sich dabei nicht krümmen. Liegt dagegen die Röhre horizontal, so wird die obere Seite heifser und dehnt sich stärker aus, als die untere, daher die Röhre sich krümmt, wobei die Fugen in Gefahr kommen. Der Verf. fand indefs in seiner Praxis, dafs dieses nur in dem Fall gefährlich wird, wenn die Verbindungen mit Oehren gemacht sind und einen grofsen Durchmesser haben.

Da die erwärmte Luft nach oben strebt, so müssen horizontale Röhren sich so viel als möglich an den tiefsten Stellen des zu heitzenden Raumes befinden.

Noch zwei andre Umstände erfordern eine vorzügliche Aufmerksamkeit. *Erstens*, durch welche Mittel man der sich ausdehnenden Luft im Innern der Röhren einen Ausgang verschafft, und *zweitens*,

wie man das Waſſer, worin die Dämpfe ſich condenſiren, auffängt und abführt.

Wenn die Dämpfe in die Röhren treten, ſo treiben ſie, wie ein Kolben, die Luft vor ſich her; denn dieſe beiden elaſtiſchen Flüſſigkeiten vermengen ſich nur ſehr unvollkommen in den Röhren, und ſcheinen aneinander mit beſtimmten Oberflächen zu gränzen, faſt ohne Uebergang einer in die andere. Hieran muſs man bei der Wahl der Stelle denken, wo das Ventil anzubringen iſt, das die Luft herauslaſſen ſoll, während die Röhren ſich mit Dampf füllen. Auch wenn die Röhren mit Dampf gefüllt ſind, müſſen immerfort ein Ausgang oder mehrere für die Dämpfe offen bleiben, aus denen ſie ununterbrochen entweichen können. Sonſt ſammelt ſich Luft in den Röhren an, und nimmt allmählig die Stelle des Waſſerdampfs ein, wobei die Circulation des Dampfes aufhört.

Was den zweiten Umſtand betrifft, ſo iſt es immer vortheilhafter, das ſich condenſirende Waſſer in derſelben Richtung wie die Dämpfe ſtrömen, als ihnen entgegen abfließen zu laſſen. Sind die Röhren horizontal, und nicht über 2½ Zoll im Innern weit, ſo treibt der Dampf in ihnen das Waſſer vor ſich her, ſelbſt wenn ſie bedeutend anſteigen. Daſs aber an keiner Stelle der Röhren Waſſer ſich anſammle und ſtehn bleibe, zu verhüten, iſt etwas ſehr Weſentliches. Wenn man nach dem Erkalten aufs Neue Dampf in die Röhren läſst, ſo bleiben die Stellen, wo Waſſer ſteht, kalt, während die

übrigen Theile der Röhren warm werden, und man hat den Fall gehabt, dafs Röhren durch die Wirkung dieſer partiellen und unregelmäſsigen Ausdehnung mit einem Knall zerplatzt ſind. In den mehrſten Fällen iſt die Anlage am leichteſten zu machen und am wenigſten koſtſpielig, wenn die Röhren beinahe horizontal liegen.

Anlagen in verſchiednen Gebäuden.

In der Baumwollen-Spinnerei zu *Catrine* wird der Dampf, wenn er aus dem Dampfkeſſel tritt, durch die Länge des ganzen Erdgeſchoſſes in einer horizontalen Röhre geleitet. Dann tritt er in eine ſenkrecht ſtehende Röhre, welche durch alle Geſchoſſe hindurch bis faſt an die Decke des oberſten geht. Hier und in jedem der mittleren Stockwerke geht aus ihr eine horizontale Röhre ab, welche ungefähr 2 Fuſs unter der Decke hinläuft, und an ihrem Anfange mit einem Hahne verſehn iſt, unter dem ſich ein Heber befindet, um das ſich condenſirende Waſſer abzuleiten; eine Einrichtung, welche weiterhin umſtändlich beſchrieben werden wird. Die Röhren ſind faſt horizontal, und nur ein wenig ſo geneigt, dafs das condenſirte Waſſer nach dem Keſſel zu, den Dämpfen entgegen, abläuft. Ein groſser Theil deſſelben wird durch eine beſondere Röhre nach dem Behälter zurück geleitet, welcher den Keſſel ſpeiſt; das übrige führt der Heber ab. Am Ende jeder horizontalen Röhre iſt ein Sicherungsventil angebracht, das ſich nach innen öffnet.

Alle Röhren beſtehn aus Weiſsblech, und ſind ſchon mehrere Jahre im Gebrauch. Die Koſten der Anlage verhalten ſich zu denen, welche Gufseiſen gemacht haben würde, ungefähr wie 7 : 17. Die hier getroffne Einrichtung hat das Bequeme, daſs jedes Stockwerk einzeln geheitzt werden kann.

In der Spinnerei des Hrn. Houldsworth zu *Mancheſter*, welche 8 Geſchoſſe hat, ſteigt der Dampf aus dem Keſſel in einer ſenkrechten Röhre bis in das oberſte Geſchoſs, und durchläuft dieſes in einer Röhre, welche horizontal auf dem Fufsboden liegt. Dann ſteigt er durch eine kurze Röhre in das nächſt untere Geſchoſs, durch das er ſich ebenfalls in einer horizontalen Röhre hinzieht, und ſo geht er im Zigzag durch alle Geſchoſſe bis unten hin; wo das condenſirte Waſſer, welches denſelben Weg als der Dampf nimmt, durch einen Heber abgeführt wird. Hier auch läſst man die Luft durch einen Hahn entweichen. Obgleich das Gebäude 42 Fufs breit iſt, und die Röhren an der einen Seite angebracht ſind, ſo vertheilt ſich doch die Wärme gleichförmig. Dieſe Einrichtung, welche von allen die einfachſte iſt, hat blos den Nachtheil, daſs ſich nicht ein einzelnes Geſchoſs allein heitzen läſst, welches indeſs in einer ſolchen Manufactur ohne Bedeutung iſt. — Auch in der Spinnerei der HH. Tood und Stevenſon zu *Glasgow* iſt die Heitzung auf dieſe Art eingerichtet, nur daſs in ihr die Röhren aus Weiſsblech ſind. Sie wurden um 1793 in Gebrauch geſetzt, und dauern noch. —

Dieſelbe Methode hat man zu *Milgevie* angenommen, und hier gehn ungefähr 2 Stunden hin, bis das ganze Syſtem der Röhren voll Dampf iſt.

Eine dritte, von dieſen beiden verſchiedene Anordnung der heitzenden Röhren findet man in der groſsen Spinnerei der HH. Forbes, Low u. Comp. zu *Aberdeen*, und in der Spinnerei des Hrn. King u. Comp. zu *Johnſton*. Der Dampf braucht, um alle Röhren anzufüllen, und die Luft aus ihnen herauszutreiben, in erſterer ungefähr $\frac{3}{4}$ Stunden; in letzterer durchläuft er 400 Fuſs Röhren in 15 bis 20 Minuten. Bei dieſer Anordnung ſteht der Hauptheil des Syſtems der Röhren verticaal, und dient zugleich als Säulen, auf welchen die Decken ruhen. Der Dampf tritt aus dem Keſſel durch eine horizontale Röhre in die zunächſt ſtehende ſenkrechte Röhre; aus dem oberen Ende derſelben wiederum durch ein horizontales Stück in die zweite ſenkrechte Röhre, in der er ganz herabſteigt; dann durch ein horizontales Stück in die dritte Röhre, und ſo geht er ferner abwechſelnd ſteigend und ſinkend durch alle ſenkrechte Röhren bis an das andere Ende des Gebäudes hindurch. Kleinere Röhren führen das Condenſationswaſſer ab; da ſie ſich gerade unter den verticalen befinden, ſo ſind ſie immer voll Waſſer, und kann der Dampf durch ſie nicht entweichen. Das Ventil, welches die Luft hinausläſst, hat einerlei Durchmeſſer mit den Röhren, und iſt die Zahl dieſer unpaar, ſo muſs es zu oberſt an der letzten Röhre angebracht werden.

Diese Anordnung ist in sofern ökonomisch, als man bei ihr die Tragesäulen spart; sie hat aber die Unannehmlichkeit, dafs sich einzelne Theile nicht ausbessern lassen, ohne dafs während dessen das Ganze in Unordnung kömmt. Sie ist indefs in vielen Baumwollen-Spinnereien eingeführt.

Bisher sind nur wenige Versuche gemacht worden, *Wohnhäuser* durch Dampf zu heitzen. Privathäuser sind in der Regel nicht grofs genug, als dafs für sie ein eigner Kessel sich mit Vortheil unterhalten liefse. Steht dazu aber der Kessel einer Dampfmaschine zu Gebot, oder kann man aus einem besondern Kessel mehrere Häuser zugleich heitzen, so ist Ersparnifs bei dem Verfahren, und viel Bequemlichkeit. Sehr vortheilhaft würde es seyn, in grofsen öffentlichen Gebäuden, Gasthäusern, Hotels u. s. f., mit Dampf die Treppen, die Gänge, die Vorzimmer, und besonders die Speisezimmer zu heitzen, in welchen man an einer Seite des Zimmers von Hitze, an der andern von Kälte zu leiden pflegt. Auch in den Wohnzimmern läfst sich diese Heitzungsart mit vielem Vortheil anbringen, und dabei Schönheit der Form mit Nützlichkeit verbinden. Der Verf. war eben mit Versuchen darüber beschäftigt.

Als ein Muster dieser Art von Heitzung, kann das Wohnhaus des Hrn. Lee zu Manchester dienen. Der Dampf wird aus dem Kessel einer in der Nähe stehenden Dampfmaschine, unter der Erde in dasselbe geführt, und heitzt einen senkrechten Cy-

linder, der in der Mitte des Hauſes in dem Souterrain ſteht, wo, wie gewöhnlich in England, die Küche iſt. Dieſer Cylinder iſt mit einer kreisförmigen Mauer von Backſteinen umgeben, welche ½ Zoll von ihm ringsumher abſteht, unten mehrere Löcher hat, um der Luft den Austritt und Eintritt zu geſtatten, und ſelbſt mit einem zweiten Cylinder umgeben iſt, den der Verf. den *Brunnen* nennt. Die kalte Luft ſinkt, als die ſchwerere, in dieſem Brunnen zu Boden, geht durch die Löcher der Mauer, kömmt mit dem heiſsen Cylinder in Berührung, wird von ihm erhitzt und ausgedehnt, und nimmt die verlangte Wärme mit aufwärts. Dieſes Circuliren derſelben Luftmaſſe, welche beim Erkalten durch die Veränderung ihres ſpecif. Gewichts gezwungen iſt, ſich in dem Souterrain wieder zu erwärmen, giebt in kurzer Zeit der Treppe, den Gängen u. ſ. f. eine angenehme und gleichförmige Wärme. Man regulirt durch Ventile den Zutritt des Dampfs aus dem Keſſel in den Cylinder und deſſen Hülle, und dadurch das Aufſteigen der erwärmten Luft. Dieſe Vorrichtung heitzt ſo ſtark, daſs man von Zeit zu Zeit eins der beiden Ventile verſchlieſsen muſs *). Den Speiſeſaal

*) Hr. Pictet bemerkt in der *Bibl. britann.*, ſchon ſeit 15 Jahren heitze er auf eine ähnliche Art einen 30′ langen, 21′ breiten und 11′ hohen Saal, der alſo ungefähr 6900 Kubikfuſs faſſe, mittelſt eines kleinen, 17 Zoll hohen und 11 Zoll weiten Blechofens, der iſolirt, nahe an einer Wand, ſtehe, und aus dem eine Röhre erſt 3½ Fuſs lang im Zigzag, und dann gerade hervor und durch die

heitzen zwei sehr elegante Vasen aus Gufseisen, durch welche der Dampf circulirt, und die Schlafzimmer Röhren von derselben Masse. Dasselbe Haus wird auf die bequemste und glänzendste Art durch Verbrennen von Gas aus den Steinkohlen erleuchtet.

Der Eigenthümer des *Gasthauses zum schwarzen Stier* zu Johnston heitzt dieses Gebäude durch Dampf auf folgende Weise: Der Kessel hat die gewöhnliche Einrichtung, nur dafs der Ofenmund die Gestalt eines Tragkorbes hat, welcher voll kleiner Steinkohlen geschüttet wird, die von selbst auf den Rost nachfallen, wenn man ihn etwas bewegt, und das Feuer einen halben Tag lang unter-

Decke des Zimmers gehe. Der im Zigzag gehende Theil ist mit einem 18 Zoll weiten, 7 Zoll tiefen und 52 Zoll hohen Mantel aus Weifsblech umgeben, der unten offen ist und auf dem Ofen ruht, oben aber die Röhre über dem Zigzag umfafst, und zu oberst 2 viereckte Löcher hat, die sich mit Schiebern verschliefsen lassen. Kaum hat man Feuer angezündet, so wird die den Rauch abführende Röhre heifs, besonders das Zigzag; die sie berührende Luft wird erwärmt und strömt aus den beiden oberen Oeffnungen heraus, während sie immerfort von kalter Stubenluft ersetzt wird, die in den Mantel von unten her hineintritt. Dieses Strömen der Luft geht mit grofser Geschwindigkeit vor sich; mehrmals war die Luft 140° R. heifs, d. i. um 60° R. heifser als kochendes Wasser. Sie bleibt zu oberst in dem Saale. Geht man aber mit einem aufgespannten Regenschirm in demselben ein oder zwei Mal umher, und bewegt diesen hinauf und herab, wie einen Pumpenkolben, so ist schon ½ Stunde nachdem das Feuer angemacht worden, die Temperatur der ganzen Luftmasse um 4° R. erhöht.

halten. Die eisernen Dampfröhren sind in der Gestalt eines Karniesses gegossen, und gehn durch jede der unteren Stuben an einer der Wände derselben hin. Aus ihnen steigt der Dampf in die oberen Stuben in zierlich gestaltete Kasten aus Gusseisen, die auf Füssen stehn, und unter denen die Luft frei hindurch zieht. Die grossen Zimmer haben zwei solcher Kasten, welche zum Warmhalten der Speisen sehr bequem sind. Bei dieser Vorrichtung erspart der Eigenthümer im Winter einen Domestiken, den er sonst blos zum Heitzen der Zimmer unterhalten müsste.

In den Bädern zu *Helensburg* leitet man den Dampf, der aus dem grossen Kessel, worin die warmen Bäder bereitet werden, aufsteigt, in Blechröhren durch die Badekabinette, und giebt diesen dadurch in der kalten Jahrszeit eine angenehme und gleichförmige Temperatur.

III.

Unterſuchungen über die ungewöhnliche Strahlenbrechung, welche zuweilen nahe am Horizonte Statt findet.

von

Biot, Mitgl. d. franz. Inſt. u. Adj. d. Läng. Büt.

Frei bearbeitet von.

Brandes, Prof. d. Mathem. zu Breslau.

(Zweite Hälfte) *).

3.

Unterſuchung über die Bahnen der Lichtſtrahlen (Trajectorien) und ihre Gränzcurven, mit Rückſicht auf die Krümmung der Erde.

Alle Betrachtungen, welche wir in dem vorigen Abſchnitte über die Geſtalten der Gränzcurven und die davon abhängige Vielfachheit der Bilder unter der Vorausſetzung angeſtellt haben, der Lichtſtrahl

*) Dieſe zweite Hälfte der ſcharfſinnigen, und auf eine muſterhafte Art mit Klarheit und Vollſtändigkeit durchgeführten Unterſuchungen des Herrn Biot, über eine Klaſſe wundervoller Erſcheinungen, die durch ihn zuerſt ganz genügend und in allem mathematiſchen Detail erklärt worden ſind, beſchäftigt ſich faſt durchgehends mit *Beobachtungen* verſchiedner Arten von Erſcheinungen durch un-

gehe durch ebene Luftſchichten, bleiben mit geringen Modificationen auch dann noch anwendbar, wenn wir auf die Krümmung der Erde Rückſicht nehmen. Häufig ſind ſelbſt die Modificationen, welche unſre Formeln durch dieſe Bedingung erleiden, nur ſehr unbedeutend, weil in den verſchiedenen Luftſchichten, die über *feſtem* Erdboden ſtehn, die Ungleichheit der Temperatur in der Regel hinlänglich groſs iſt, daſs gegen die Krümmung der Lichtſtrahlen, welche durch dieſe Urſache bewirkt wird, die geringe Krümmung der Erde faſt unmerklich wird. Zum Beweiſe dient die S. 288 angeführte Beobachtung der Depreſſion des ſcheinbaren Horizontes, welche wir über dem ſandigen Strande zu Dünkirchen wahrgenommen haben, als der Temperatur-Unterſchied der äuſerſten Luftſchichten ſelbſt nur 2° C. betrug.

Ueber der *Oberfläche des Meeres* können indeſs nie ſo groſse Temperatur-Verſchiedenheiten in den Luftſchichten, als über ſandigem Boden eintreten, da die Sonnenſtrahlen durch jene Oberfläche hindurch gehn, und ſie nicht ſo wie dieſen Boden erwärmen. Es lieſse ſich daher zweifeln, daſs überhaupt über der Meeresfläche ähnliche Er-

gewöhnliche Strahlenbrechung, und mit Anwendung der Theorie auf ſie. Dürften auch die mehrſten Leſer wünſchen, das allgemein Verſtändliche dieſer Unterſuchungen unabhängig von den vielen Formeln zu erhalten, ſo, glaube ich, brauchen ſie ſich doch durch dieſe nicht abhalten zu laſſen, das, was auch ohne die Formeln zur Einſicht in die Entſtehung ſolcher Erſcheinungen führt, aus dieſem Aufſatze heraus zu ſuchen. *Gilbert.*

ſcheinungen durch Beugungen und umgekehrte Krümmung der Lichtſtrahlen, als über den ſandigen Ebenen, zu Stande kommen können, welche dadurch bewirkt werden, daſs die niedrigeren Luftſchichten höhere Temperaturen als die darüber ſtehenden annehmen. Um ſich indeſs von dieſer Möglichkeit zu überzeugen, braucht man nur Beobachtungen über die ſcheinbare Tiefe des Meereshorizonts anzuſtellen, bei welchen es aber nöthig wird, auf die Krümmung der Erde Rückſicht zu nehmen. Man thut am beſten, dieſe Beobachtungen über die ſcheinbare Tiefe des Seehorizontes aus verſchiednen Standpuncten von bekannter und ungleicher Höhe über der Meeresfläche zu machen. Da alle Trajectorien, in welchen man ſich ſo nach und nach befindet, an ihren niedrigſten und von dem Beobachter entfernteſten Theilen gleich ſeyn werden, indem ſie dort alle die Meeresfläche berühren, ſo kann man die Sache ſo betrachten, als ob man ſich immer auf einerlei Trajectorie, nur in verſchiednen Höhen, befände. Jede beobachtete Depreſſion des Horizontes giebt den Winkel an, welchen in dieſem Puncte die Tangente der Trajectorie mit der Verticale bildet, und die Aenderung dieſes Winkels für zwei ungleich hohe Stationen zeigt, nach welcher Seite die Concavität der Trajectorie an dieſer Stelle gekehrt iſt.

Es ſey für die niedrigſte Station

(r) der Abſtand vom Mittelpuncte der Erde;

(ϱ) die Dichtigkeit der Luft;

und I die beobachtete Depression des Horizonts,
und man bezeichne mit r, ρ, I' eben diese auf die obere Station bezogenen Grössen;

so ist $\frac{dr}{r \cdot dv}$ für jeden Punct der Trajectorie die *Tangente* der scheinbaren Depression der Gesichtslinie, und man erhält zwischen zwei nach einander folgenden, auf einerlei Ast der Trajectorie beobachteten Depressionen folgende Gleichung:

$$\text{tang.}\, I' = \frac{r}{(r) \cdot \text{cos.}\, I} \sqrt{\left(1 - \frac{(r)^2 \cdot \text{cos.}^2 I}{r^2} - m\phi\right)} \,..\, (36)^{*)}$$

$$\text{wo } m = \frac{\frac{4(K) \cdot (\rho)}{n^2}}{1 + \frac{4(K) \cdot (\rho)}{n^2}} \text{ und } \phi = \frac{(\rho) - \rho}{(\rho)} \text{ ist.}$$

Ist hier ϕ eine positive Grösse, so ist die Trajectorie gegen die Erde *concav*, wie es bei der gewöhnlichen Refraction Statt findet; ist ϕ negativ, oder die Dichtigkeit gegen die Erde zu abnehmend, so ist die Trajectorie *convex* gegen die Oberfläche der Erde.

Wir wollen jetzt suchen ϕ durch die bei den Beobachtungen gegebenen Grössen auszudrücken;

*) Diese aus der *Mécanique céleste* Tom. IV. p. 277 entlehnte Formel müssen wir hier als bewiesen annehmen, da der Beweis zu weitläuftig ist, um hierher gesetzt zu werden. Dort bezeichnet r den Abstand irgend eines Punctes der Trajectorie vom Mittelpunct der Erde, v den Winkel, welcher zwischen den Radien eingeschlossen ist, die man vom Centro der Erde nach dem Beobachter und nach einem unbestimmten Puncte der Trajectorie gezogen hat; das dortige a ist hier = (r); ⊙ = 90° — I u. s. w.
Br.

um ſo φ aus den Beobachtungen beſtimmen zu können. Es ſey $S^{(r)}$ der Unterſchied der Höhe für die verſchiednen Standpuncte, alſo $\frac{(r)}{r} = 1 - S$, ſo ergiebt ſich aus der Gleichung (36)

$$\text{tang.}^2 I' = \frac{1 + 2.S - \text{cof.}^2 I - m\varphi}{\text{cof.}^2 I} \quad \text{oder}$$

$$\text{tang.}^2 I' - \text{tang.}^2 I = \frac{2.S - m\varphi}{\text{cof.}^2 I} \quad \ldots\ldots (37)$$

$$\text{das iſt } \frac{m\varphi}{2.S} = 1 - \frac{\text{ſin.}(I'+I).\text{ſin.}(I'-I)}{2.S.\text{cof.}^2 I'},$$

wo S, I, I' aus der Beobachtung bekannt ſind.

Wie man aus den ſo eben verglichenen Beobachtungen ſehn kann, nach welcher Seite das zwiſchen den Beobachtungspuncten enthaltene Stück der Trajectorie gekrümmt iſt, läſst ſich leicht überſehen. Man kennt aus der Beobachtung die Richtung der Tangenten für zwei Puncte der Trajectorie, und überſieht leicht, daſs dieſe Tangenten ſich *oberhalb* der Sehne ſchneiden, wenn die Concavität der Curve gegen die Erde gekehrt iſt, *unterhalb* dagegen, wenn die Curve gegen die Erde convex iſt; — vorausgeſetzt, daſs es keinen Wendungspunct zwiſchen den beiden Stationen des Beobachters giebt *).

*) Eigentlich bleibt zwar der Beobachter, indem er vertical aufwärts ſteigt, nicht in derſelben Trajectorie, aber da hier nur die Anwendung auf Trajectorien gemacht wird, welche die Meeresfläche berühren, ſo lernt man für *ganz gleiche* Trajectorien die Neigung bei verſchiednen Werthen der Ordinate kennen; man kann es alſo ſo betrach-

Bei einer Trajectorie, welche die Oberfläche des Meeres berührt, ist $I = o$ und I' die *scheinbare Depression des Horizontes.* Setzt man nun $\tang.^2 . V = a . S$, so ist V die *wahre Depression*, so wie sie ohne Refraction würde gefunden werden, und man hat

$$m\varphi = \frac{\sin.(V+I') . \sin.(V-I')}{\cos.^2 I . \cos.^2 V} \quad . \quad . \quad . \quad (38)$$

oder, da I und V sehr klein sind, *beinahe*

$$m\varphi = \sin.(V+I') . \sin.(V-I'),$$

also $m\varphi$ negativ, wenn $I' > V$, das heisst, wenn die scheinbare Depression gröser als die wahre ist. Es ist aber $\frac{m\varphi}{4.S}$ der sogenannte *Coefficient der Refraction* für die irdische Strahlenbrechung, vorausgesetzt, dass die Dichtigkeit der Luft von unten nach oben in arithmetischer Progression abnehme, wie dieses in kleinen Höhen der gewöhnliche Fall ist.

Drückt man $m\varphi$ durch die beobachteten Barometer- und Thermometer-Stände in beiden Stationen aus, so ist nahe genug

$$m\varphi = \frac{(m)}{0{,}76}\left(\frac{(p)}{1+(t).0{,}00375} - \frac{p}{1+t.0{,}00375}\right) \quad . \quad (39)^{**})$$

wenn (p), p die Barometerstände und (t), t die Temperaturen beider Luftschichten ausdrücken;

len, als ob die Beobachtungen nicht in S und T (Fig. 10), sondern in S und U angestellt würden, und SU nun eine Sehne der Trajectorie wäre, wovon hier eigentlich die Rede ist.

**) Vergl. oben S. 288 Anm.

(m) aber = 0,000568o2 iſt, nämlich der Werth, den m erhält bei der Barometerhöhe = 0,76 Meter und der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes. Es iſt alſo faſt ganz genau

$$(t) - t = \frac{1 + t \cdot 0{,}00375}{0{,}00375} \times \left(\frac{(p) - p - \frac{m\varphi \cdot 0{,}76}{(m)} (1 + t \cdot 0{,}00375)}{p + \frac{m\varphi}{(m)} \cdot 0{,}76} \right) \ldots (40)$$

eine Formel, welche den Unterſchied der Wärme in der untern und obern Station giebt, wenn man die Temperatur in der obern und den Barometerſtand in beiden Stationen kennt.

Beobachtungen über die ſcheinbare Tiefe des Seehorizontes, verglichen mit der Theorie.

Die folgenden Beobachtungen haben wir, Hr. Mathieu und ich, zu Dünkirchen mit dem Wie-

Depreſſion des Meerhorizontes, beobachtet am

Ort der Beobachtungen	Zahl der Beobacht.	ſcheinbare Depreſſion	Höhe des Kreiſes. Meter	wahre Depreſſion = V *)
auf dem Sande	12	4′ 54″,7	0,610	1′ 30″,3
auf dem Pfahlwerke	12	7′ 5″,3	7,475	5′ 16″,1
erſte Etage des Hauſes	12	8′ 3″,4	13,455	7′ 3″,7
dritte Etage	6	9′ 8″,23	20,45	8′ 42″,3

*) Berechnet aus der Formel tg. $V = \sqrt{2S}$. Iſt der Halbmeſſer der Erde, a = 6366198 Meter, und die Höhe

derholungskreiſe angeſtellt. Die verſchiedenen Stationen waren *erſtens* der vom abebbenden Meere entblößte *Strand*, der Kreis auf dem Sande ſtehend; *zweitens* die verſchiedenen Stockwerke und die Terraſſe eines *Hauſes*, welches die Ausſicht auf das Meer hatte; und *drittens* der *Thurm* von Dünkirchen, der 61,754 Meter über dem Strande hoch iſt. Um auf die Ebbe und Fluth gehörige Rückſicht zu nehmen, maſsen wir zu Anfang und zu Ende einer jeden Reihe von Beobachtungen die Höhe des ſteigenden oder fallenden Meeres mit einem Maaſsſtabe, der in Centimeter eingetheilt war, und nahmen das Mittel aus beiden, um darnach die wahre Höhe des Mittelpuncts des Kreiſes über dem Meere während dieſer ganzen Reihe zu beſtimmen. Alle Höhen, welche wir angeben, ſind unter dieſer unentbehrlichen Vorſicht beſtimmt.

26. *Dec.* 1808, *als das Meer wärmer war, als die Luft.*

Barometer.	Thermometer			
Meter	am Barometer	in freier Luft	a.d.Oberfl. d. Meeres	
0,7522	— 2°	— 4°	0°	niedrigſtes Waſſer
0,7514	— 3	— 4,3	— 0°,2	d. Waſſer fängt an zu ſteigen
0,7506	— 4	— 5	0	das Meer etwas ſteigend
0,7495	— 3,8	— 5		

des Beobachters in Meter ausgedrückt $= H$, ſo iſt $S = \frac{H}{a}$.

Da die Oberfläche des Meeres bei diesen Beobachtungen wärmer war, als die Luft, so mufste die Trajectorie gegen die Erde zum Theil convex, und die scheinbare Depression des Horizontes gröfser als die wahre seyn, das ist, als diejenige, welche ohne Mitwirkung der Refraction Statt fände. Sucht man nun aus je zweien dieser Beobachtungen den Werth von $\frac{m\Phi}{4.S}$, so findet man diesen Werth aus den Beobachtungen

in der dritten Etage und auf dem Pfahlwerke

$$\frac{m\Phi}{4.S} = +\,0{,}15344 = \frac{1}{6{,}5}$$

in der ersten Etage und auf dem Pfahlwerke

$$\frac{m\Phi}{4.S} = +\,0{,}16655 = \frac{1}{6}$$

auf dem Pfahlwerk und auf dem Strande

$$\frac{m\Phi}{4.S} = -\,0{,}0142.$$

Die beiden ersten Werthe können fast als gleich angesehn werden; in diesem ganzen Zwischenraume nahm also die Dichtigkeit genau genug in arithmetischer Progression mit der Höhe ab, und der Coefficient der Refraction war $= \frac{1}{6{,}25}$ des Bogens, welcher die Entfernung ausdrückt; der Lichtstrahl folgte hier der gewöhnlichen Refraction. In geringerer Höhe hingegen wurde $m\Phi$ negativ, und hier fing eigentlich erst die Convexität der Trajectorie

an. Die Kleinheit des letzten Werthes von $\frac{m\Phi}{4.S}$ zeigt, dafs der Wendungspunct der Trajectorie etwa in der Höhe des Pfahlwerks, das ist 7,475 Meter hoch lag.

Berechnet man aus den Beobachtungen die Wärme, welche die Luft zunächst an der Meeresfläche hatte, $= (t)$, so ergiebt die Beobachtung

auf dem Pfahlwerke $(t) = -2{,}83$
auf dem Strande $(t) = -3{,}15$.

Der geringe Unterschied zwischen diesen beiden Resultaten kann daher rühren, dafs der Gesichtsstrahl, bei den Beobachtungen auf dem Pfahlwerke, das Meer an einer vom Hafen entfernteren und folglich tieferen und minder mit Eis bedeckten Stelle, als bei den Beobachtungen auf dem Strande berührte. Diese Resultate bestätigen übrigens, was wir schon oben gefunden hatten, dafs die niedrigste hier in Betrachtung kommende Luftschicht nicht ganz die Temperatur des Wassers (welche nur ein wenig unter 0° war) annimmt.

Depreſſion des Meerhorizontes, beobachtet am

Ort der Beobachtungen	Zahl der Beobacht.	ſcheinbare Depreſſion	Höhe des Kreiſes. Meter	wahre Depreſſion = V
auf dem Sande	16	1′ 54″,2	0,73	1′ 38′,8
erſte Etage	16	7′ 22″	9,26	5′ 51″,7
dritte Etage	16	8 53,5	16,37	7′ 47″,8
Terraſſe	8	9 42,3	21,07	8′ 50,7
auf d. Thurme	14	14 30,1	62,354	15′ 13″,0

Es iſt zu bemerken, daſs die Beobachtungen auf dem Sande und auf dem Thurme ſpäter als alle übrigen angeſtellt wurden. — Die Rechnung ergiebt nun aus den Beobachtungen in

der dritten Etage und auf der Terraſſe

$$\frac{m\Phi}{4.S} = + 0{,}113448 = \frac{1}{8{,}815}$$

der dritten Etage und auf dem Thurme

$$\frac{m\Phi}{4.S} = + 0{,}120030 = \frac{1}{8{,}333}$$

der Terraſſe und dem Thurme

$$\frac{m\Phi}{4.S} = + 0{,}121165 = \frac{1}{8{,}444}$$

In dieſer Höhe nahm die Dichtigkeit alſo faſt in arithmetiſcher Progreſſion bei gleichen Höhen-Unterſchieden ab. Aber für tiefere Puncte war aus der Beobachtung in der

16. *Jan.* 1809, *als das Meer wärmer war, als die Luft.*

Barometer.	Thermometer			
Meter	am Barometer	in freier Luft	a. d. Oberfl. d. Meeres	
0,7671	— 1,0	— 3,9	0°	fallendes Waſſer
0,7660	— 3,3	— 5		beinahe höchſtes Waſſer
0,76582 *)	— 4	— 5		höchſtes Waſſer
0,7645	— 5	— 5,6		höchſtes Waſſer
0,7614	— 4,9	— 6,25	0	fallend. Waſſer

erſten und der dritten Etage

$$\frac{m\varphi}{4.S} = + 0{,}00213 \text{ beinahe} = a,$$

ſo daſs zwiſchen dieſen Standpuncten, das iſt zwiſchen 9,26 und 16,37 Meter Höhe der Wendungspunct liegen muſste. Berechnet man aus den niedrigern Stationen die Wärme an der Oberfläche des Meeres, ſo findet man aus der Beobachtung

in der dritten Etage $(t) = - 3{,}96$,
in der erſten Etage $(t) = - 3{,}96$,
auf dem Strande $(t) = - 3{,}87$

Die Uebereinſtimmung in dieſen Reſultaten iſt ein Beweis der Genauigkeit der Beobachtungen, und man ſieht auch hier wieder, daſs die niedrigſte Luftſchicht nicht ſo warm als das Meer war. — Von dieſen ſehr verſchiedene Reſultate gaben die folgenden Beobachtungen, bei denen das Meer kälter als die Luft war.

*) an der Meeresfläche $= 0{,}76625$.

Depreſſion des Meerhorizontes, beobachtet am

Ort der Beobachtungen	Zahl der Beobacht.	ſcheinbare Depreſſion	Höhe d. Inſtruments Meter	wahre Depreſſion = V
erſte Etage	8	+5′0″,5	10,54	6′25″,3
	8	4 0,6	10,06	6 6,7
			[am Rande	des Meeres
auf d. Strande	16	−9′22″,25	0,77	+1′41,4
erſte Etage	8	+4′22,5	9,09	5′48″,6
dritte Etage	8	6 25,8	16,23	7′45″,1
Terraſſe	16	7′27″,8	20,95	8′48″,6
auf dem Canale	6	+1 35,7	2,66	3 8,5
	8	1 41,6	2,78	3 12,7
am Strande	8	+0 26,9	0,77	1 41,4

Dieſe Beobachtungen geben folgende Reſultate, wenn man aus ihnen die beobachteten Depreſſionen direct berechnet. Nämlich, verglichen *mit dem Meere* die Beobachtungen

in der *erſten Etage*

erſte Reihe $\frac{m\Phi}{4.S} = 0,179295$; Höhe $= 10,54$

zweite Reihe $= 0,210295$; $= 10,06$

dritte Reihe bei der Rückkehr $= 0,216343$; $= 9,09$

auf dem *Strande* $= 0,5$; $= 0,77$

in der *dritten* Etage $= 0,157008$; $= 16,23$

4. *Febr.* 1809, *als das Meer kälter war, als die Luft* *),

Barometer.	Thermometer am Barometer	Thermometer in freier Luft	Thermometer a.d.Oberfl. des Meeres	
9,7524	12 4	10,15	7°,7	steigendes Waſſer
9,75345	12,5	9,6		
9,7529	11,3	8,8	**)	
9,7521	12,0	9,6		das Waſſer fing an zu fallen
9,75165	11,3	9,4		fallendes Waſſer
9,7518	11	8,9	im Hafen = 8,2	
9,7530	11	8,55	7,7	fallendes Waſſer
9,7529	9,8	8,6	7,7	

auf der *Terraſſe* $\frac{m\Phi}{4.S} = 0,141564$; Höhe = 20,93

auf dem *Canal (chenal)*

erſte Reihe	= 0,371202 ;	= 2,66
zweite Reihe	= 3,61098 ;	= 2,78
auf d. *Strande* 1ſte Reihe	= 0,464583 ;	= 0,77

*) SSWind, bedeckt, und einzelne Sonnenblicke; der Horizont häufig deutlich und gut zu beobachten.

**) In dieſer Beobachtung erſchien der Horizont oberhalb der wahren Horizontallinie, alſo ſah man ihn durch einen zweiten Aſt der Trajectorie, deren Gipfel höher als der Beobachter lag. Der Horizont war ohne Wellen, gut begränzt.

Man ſieht hieraus, daſs $\frac{m\varphi}{4.S}$ deſto kleiner wird, je gröſser die Höhe iſt; indeſs iſt die auſserordentlich ſtarke Zunahme von $\frac{m\varphi}{4.S}$ nur etwa bis zur Höhe der erſten Etage merklich, und höher hinauf bleibt $\frac{m\varphi}{4.S}$ ziemlich unverändert. Wirklich zeigt ſich dieſes, wenn man die Beobachtungen an höhern Standpuncten mit einander vergleicht:

erſte Etage, dritte Reihe, vergl. mit der dritten Etage $\frac{m\varphi}{4.S} = 0{,}08147$.

dieſelbe, vergl. mit der Terraſſe $= 0{,}08456$.

Depreſſion des Meerhorizontes, beobachtet am

Ort der Beobachtungen	Zahl der Beobacht.	ſcheinbare Depreſſion	Höhe des Inſtrum. Meter	wahre Depreſſion $= V$
erſte Etage	8	4′ 58″,1	11,97	6′ 39″,8
	8	5 9,0	12,09	6 41,8
am Strande	8	−1′ 17″,94	0,77	1 4′,4
	8	−1 19,99		
erſte Etage bei d. Rückkehr	16	5′ 35″,03	13,22	7′ 0″,4
dritte Etage	8	7 5,7	20,38	8′ 41″,9
	8	6 51,6		
auf d. Thurme	6	12′ 51″,8	60,32	15′ 9″,3
	8	12 58,8		

**) der Rand d. Horizonts ohne Undulationen. Es wollte regnen.

***) Schöner Horizont. Die Beobachtungen wurden in den Zwiſchenzeiten des Regens angeſtellt.

Die Ungleicheit dieſer Werthe liegt wohl nur an Beobachtungsfehlern, und man kann in ſo gröſsen Höhen die Dichtigkeit als einer arithmetiſchen Progreſſion folgend annehmen. In den niedrigen Schichten nahm die Dichtigkeit viel ſchneller zu, und deshalb zeigte ſich auch das ungewöhnliche Phänomen, daſs der Rand des Horizontes nicht unter, ſondern über der Richtung der ſcheinbaren Horizontale erſchien *).

*) Ich laſſe die Beobachtungen vom 5ten, 6ten und 8ten Februar 1809 in dieſem Auszuge weg, da ſie nichts vorzüglich Merkwürdiges enthalten. Die Beobachtungen vom 10ten Febr. mögen ihrer Vollſtändigkeit wegen hier noch einen Platz finden. *Br.*

10. *Febr.* 1809, *als das Meer kälter war, als die Luft.*

Barometer. Meter	Thermometer am Barometer	Thermometer in freier Luft	Thermometer a. d. Oberfl. des Meeres	
0,7483	+ 10,2	+ 9,8	+ 5,5	fallendes Meer
0,7497	13,7	11,55		faſt tiefſte Ebbe, doch fiel das Waſſer noch **)
0,74810	12	8,75		faſt tiefſte Ebbe ***)
0,7471	10,9	8,75	im Hafen = 4,6	tiefſte Ebbe
0,7437	13	10,4		das Meer merklich gefallen †)

†) Hier muſs es vermuthlich heiſsen: geſtiegen; es ſteht aber im Original *deſcendua*.

Das Meer war bei diesen Beobachtungen um mehrere Grade kälter als die Luft, und daher die Refraction *positiv* und ungewöhnlich stark. Die Beobachtungen in den untern Stationen gaben in Vergleichung mit dem *Meere*

erste Etage	$\frac{m\varphi}{4.S} = 0{,}20456$
Strand	$> 0{,}5$
erste Etage, bei der Rückkehr	$= 0{,}29863.$

Die Verbindung der höhern Stationen giebt

erste und dritte Etage	$\frac{m\varphi}{4.S} = 0{,}17067$
dritte Etage und der Thurm	$= 0{,}12082.$

An diesem Tage war also die ganze Trajectorie concav gegen die Erde, aber die Krümmung in den untern Gegenden viel stärker als oben; indess war selbst oberhalb der dritten Etage der Coefficient der Refraction noch nicht beständig, sondern noch merklich im Abnehmen.

Folgerungen aus diesen Beobachtungen.

Die grosse Ungleichheit der Strahlenbrechung, welche zu Folge dieser Beobachtungen Statt findet, muss in die Bestimmung der *Sonnenhöhen*, die man durch Messen des Abstandes der Sonne von dem scheinbaren Seehorizonte bestimmt, merkliche Fehler bringen. Es lässt sich aus diesen Beobachtungen auch der Grund einsehen, warum Baudin in der Gegend von Neuholland die Breite anders fand aus Beobachtungen vom Mastkorbe;

als aus Beobachtungen, die in der Schaluppe angeſtellt waren. Um dennoch die Breite richtig zu finden, hat Wollaston vorgeſchlagen, den Abſtand der Sonne von den beiden entgegengeſetzten Puncten des Horizontes zu meſſen, wo ſich dann aus der Summe beider Abſtände des Sonnen-Mittelpuncts vom Horizonte, (welche eigentlich = 180 ſeyn ſollte,) die Stärke der Refraction ergebe. Aber dieſes Mittel iſt in der Nähe des Landes nicht gut anwendbar, und ſichrer iſt es immer, die Temperatur des Waſſers und der Luft zu beſtimmen, um wenigſtens zu wiſſen, von welcher Art die Fehler ſind, welche die Refraction hervorbringt *). Welchen Einfluſs dieſe Ungleichheiten der Refraction haben würden, wenn man aus Beobachtung des Seehorizontes an zwei ſenkrecht über einander liegenden Puncten den *Höhen-Unterſchied* dieſer beiden Puncte berechnen wollte, haben wir kaum nöthig zu bemerken. Es iſt nämlich einleuchtend, daſs eine der Rechnung zum Grunde gelegte mittlere Refraction die Höhe zu groſs geben würde, wenn die obere Luft kälter, und zu klein, wenn ſie wärmer als die untere iſt. So z. B. fanden wir zu *Dünkirchen* am 16ten Januar 1809,

*) Es iſt nur Schade, daſs in der Nähe von flachen Gegenden und Sandbänken auch dieſes Mittel nicht ganz ſicher iſt, indem über dem ganz oder beinahe trocknen Sande die Temperatur der Luft, und folglich die Refraction, ganz anders ſeyn kann, als an der Stelle, wo ſich das Schiff befindet. Br.

als das Meer *wärmer*, und am 4ten Februar, als es *kälter* war als die Luft:

		die ſcheinbare Depreſſion	Höhe daraus berechnet *)	Höhe gemeſſen
auf dem Strande	16ten Jan.	1′ 54″,2	1,15 Met.	0,73 Met.
	4ten Febr.	0 26,9	0,06	0,77
im Hafen	4ten Febr.	1 38,6	0,69	2,72
in der erſten Etage	16ten Jan.	7 22,0	17,23	9,26
	4ten Febr.	4 22,5	6,09	9,09
in der 3ten Etage	16ten Jan.	8 58,5	25,63	16,37
	4ten Febr.	6 25,8	13,15	16,23
auf der Terraſſe	16ten Jan.	9 42,3	29,97	21,07
	4ten Febr.	7 27,8	17,72	20,96
dem Thurme	16ten Jan.	14 30,0	66,90	62,35 **)

Die Abweichung der ſo berechneten Höhen von der wahren Höhe ändert ſich mit der Entfernung der Stationen vom Niveau des Meeres, und der Grund dieſer Aenderung läſst ſich aus Folgendem überſehn. Es war oben (Formel 37)

$$2.\delta = m\varphi + (\text{tang.}^2 I' - \text{tang.}^2 . I)\ \text{cos.}^2 I.$$

Wenn wir nun annehmen, der niedrigſte Beobachtungspunct befinde ſich da, wo die ungewöhnliche

*) Wobei wir den mittlern Werth des Coefficienten der irdiſchen Strahlenbrechung 0,08 ſetzen, wie ihn Hr. Delambre in dem 2ten Bande der *Meridienne* angiebt.

**) Noch auffallendere Beiſpiele, als dieſe, kommen in meinen *Beobachtungen* S. 9 u. 18 vor. *Brandes.*

Brechung anfängt, die Höhe deſſelben ſey $= S'$, und für den Raum bis zur Meeresfläche habe $m'\varphi'$ den Werth von $m\varphi$; ſo wird

$$2 \cdot S' = m'\varphi' + \text{tang.}^2 I ;$$

weil die in der allgemeinen Formel abzuziehende Tangente verſchwindet, für den Punct, wo $I = 0$; das iſt, wo die Trajectorie horizontal die Meeresfläche berührt. Jene beiden Gleichungen geben zuſammen addirt:

$$2(S+S') = m\varphi + m'\varphi' + \text{tang.}^2 I' . \text{cof.}^2 I \ldots (41)$$

weil man $\text{tang.}^2 I . (1 - \text{cof.}^2 I)$ hier als höchſt unbedeutend weglaſſen kann. Setzt man nun

$$q = \frac{m\varphi}{4.S} \text{ und } q' = \frac{m'\varphi'}{4.S'}, \text{ ſo iſt}$$

$$2 . (S+S') = 4 . S . q + 4 . S' . q' + \text{tang.}^2 I' ;$$

alſo $$S+S' = \tfrac{1}{2} . \frac{\text{tang.}^2 I'}{1-2q} = \frac{2(q-q').S'}{1-2q} \ldots (42)$$

Wir haben hier angenommen, die unterſte Station liege in der Höhe, wo die ungewöhnliche Brechung aufhört; zwiſchen beiden Stationen finde alſo nur das gewöhnliche Geſetz der Dichtigkeiten, welches wir als durch eine arithmetiſche Progreſſion ausgedrückt anſehn können, Statt. Dennoch aber hängt die wahre Beſtimmung der Höhe der obern Station nicht blos von q und I' ab, ſondern zugleich von q', dem Werthe des Coefficienten der Refraction für den tiefer liegenden Raum bis zur Meeresfläche hinab. Das erſte Glied der Gleichung (42) giebt $S+S'$; ſo wie man es berechnen müſste, wenn der Coefficient der Brechung bis an

die Oberfläche des Meeres conſtant bliebe. Das zweite Glied enthält die wegen des Unterſchiedes von q und q' nöthige Correction. Dieſe bleibt bei einem beſtimmten Zuſtande der Atmoſphäre für alle Höhen gleich, wenn man nämlich die untere Station immer den angenommenen Vorausſetzungen gemäſs beibehält.

Anwendung auf einige Beobachtungen ungewöhnlicher Refractionen.

Cook führt in ſeiner zweiten Reiſe eine Erſcheinung an, welche er am 30. Jan. 1774 im ſüdlichen Eismeere beobachtet hat. „Wir entdeckten, ſagt er, eine Eis-Inſel, die ſich nach Oſten und Weſten in eine ſolche Ferne ausdehnte, daſs ſich von der Höhe des Maſtes die Gränzen derſelben nicht wahrnehmen lieſsen. Von weitem geſehn, ſchien ſie eine ſehr höhe, ſolide und im Innern bergige Maſſe zu ſeyn; als wir ihr aber nahe kamen, fand ſich, daſs ihr Rand, der zuvor als ein ſenkrechter Abſturz und eine einzige Maſſe erſchien, kaum über das Niveau des Meeres hinausragte und aus kleinern und gröfsern Eisſtücken beſtand. Im Innern zeigten ſich auch da noch Berge, dieſes war aber wahrſcheinlich ebenfalls eine Täuſchung, durch die ſtarke brechende Kraft bewirkt, welche die Atmoſphäre nahe an dem Horizonte in dieſen kalten Regionen beſitzt.“ Dieſe Vermuthung Cook's hat viel Wahrſcheinliches; denn nach dem Schiffsregiſter ſtand damals das Thermo-

meter in der Luft gerade auf dem Eispuncte, war alſo die Eisfläche vermuthlich kälter als die Luft. Es konnten folglich die entfernteſten Theile dieſer Eismaſſen durch die zweiten (niederwärts gehenden) Aeſte der Trajectorien, welche ihr *Maximum* über dem Niveau des Beobachters haben, ſichtbar werden, und daher die Maſſe ſich bis über die Gränzen des Horizonts hinaus zu erſtrecken ſcheinen, und kleine Erhöhungen konnten ihr ein bergiges Anſehn geben, oder die anſcheinende Höhe durch Strahlen bewirkt werden, welche von noch entfernteren Theilen herkamen, und nur durch ſehr ſtarke Brechung als oberhalb der näheren liegend ſichtbar wurden.

Wahrſcheinlich geſchah es durch ganz ähnliche Urſachen, daſs bei den Meſſungen des Meridians in Frankreich der Kirchthurm von *Sauti*, der mitten in Wäldern ſteht, aus ſehr groſsen Entfernungen geſehn wurde, und bei ihm ſich immer eine ſtarke Strahlenbrechung äuſserte. Die Beobachtungen wurden im Sommer angeſtellt, und da bei der Kühle der Waldungen die Luftſchichten über ihnen kälter waren, ſo muſsten ſie dieſelben Wirkungen wie die Eisinſel in Cook's Wahrnehmungen hervorbringen.

Cook erzählt noch ein ähnliches Phänomen, welches er am 31. Dec. 1773 in eben den Gegenden beobachtet hat. Gerade als er die Mittagshöhe der Sonne nahm, kam ein heftiges Schneege-

ſtöber von Oſten her vor dem Schiffe vorbei. In demſelben Augenblicke verbarg ſich eine gerade unter der Sonne liegende, bis dahin ſichtbare und weit innerhalb der Gränzen des ſcheinbaren Horizontes reichende Eis-Inſel, unter den Horizont, der gut begränzt ſichtbar blieb. Als der Schneeſchauer vorbei war, kam jene innerhalb des Geſichtskreiſes liegende Inſel wieder zu Geſichte. Das Thermometer in der Luft zeigte + 1°,7 Centeſ. — Es iſt wahrſcheinlich, daſs der fallende Schnee eine plötzliche Kälte in den untern Luftſchichten zwiſchen dem Schiffe und der Eis-Inſel hervorbrachte, und ſo konnte eine auſserordentliche Refraction entſtehn, welche Puncte, die zwiſchen jener Inſel und dem Schiffe lagen, durch niederwärts gehende Aeſte der Trajectorien ſichtbar machte. Dieſe Hypotheſe wird dadurch beſtätiget, daſs nach dem Schauer die Sonnenſcheibe nicht mehr mit dem Horizonte und noch weniger mit der Inſel in Berührung war, wenn man ſie durch das Fernrohr des Sextanten betrachtete, mit welchem die Höhe gemeſſen war. Man war genöthigt, die Sonnenſcheibe um 32 Min herabzurücken, um ſie mit dem Gipfel der Inſel in Berührung zu bringen, der doch niedriger als der eben beobachtete ungewöhnliche Horizont liegen muſste. Die wahre Depreſſion des Horizontes betrug am Bord der *Reſolution* nur 4′ 2″, und jener Horizont muſste alſo als oberhalb der horizontalen Geſichtslinie liegend erſcheinen.

Cook bemerkt, daſs in jenen hohen ſüdlichen Breiten die veränderliche Refraction oft einen ſtarken Einfluſs auf die Breiten-Beſtimmung zeige, und glaubt in dieſem Umſtande den Grund zu finden, warum die Beobachtungen am Morgen allemal eine andre Länge *) gaben, als die Abend-Beobachtungen. Aehnliche Unterſchiede fand auch Baudin in der Gegend von Neu-Holland; welche unſtreitig daher rührten, daſs in jenen Gegenden plötzliche und vielfache Variationen der Temperatur vorkommen.

Der geſchlängelte Gang, den die Lichtſtrahlen unter ſolchen Umſtänden in der Luft annehmen können, (wie ich oben dargethan habe,) muſs eine Menge merkwürdiger und verſchiedener Erſcheinungen bewirken. Wäre ſo z. B. die Luft in zwei ſolchen entgegengeſetzten Zuſtänden, daſs die Bahn der Lichtſtrahlen in den unterſten Luftſchichten nach unten zu convex, über eine gewiſſe Höhe hinauf aber nach unten zu concav wäre, und fände hier eine ſo ſtarke Brechung Statt, daſs die Trajectorien ein nach oben zu liegendes *Maximum* erhielten, ſo werden Gegenſtände, die wegen der Krümmung der Erde auch bei ſtarker Refraction gewöhnlich unſichtbar ſind, durch dieſe geſchlängelten Strahlen ſichtbar werden, wie man in Fig. 1 Taf. V ſieht, wo der Beobachter in *O* und der Gegenſtand in *M* zu denken iſt. Sie werden dann ſelbſt

*) Ich vermuthe, daſs hier *latitude* ſtehn müſste. *Br.*

dem Beobachter ſehr hoch über dem Horizonte erhoben und ihm ſehr nahe zu ſeyn ſcheinen; denn denkt man ſich durch *M* einen Kreisbogen *MM'* um den Mittelpunct der Erde beſchrieben, der ſich an dem letzten Aſte der Trajectorie endigt, ſo wird der Gegenſtand *M* ſich ſo zeigen, als ſtände er in *D'*, während er dieſelbe Höhe behält. Man kennt viele Beiſpiele ſolcher auſserordentlicher Hebungen entfernter Gegenſtände. Ein vorzüglich merkwürdiges iſt das, welches Latham in den *Philoſ. Transact. f.* 1798 erzählt *); man ſah damals vom Strande zu *Haſtings* aus die 30 bis 40 Seemeilen entlegene franzöſiſche Küſte, und von einem Hügel aus die franzöſ. Fiſcherkähne bei Dieppe. Dieſe Erſcheinungen können indeſs auch auf andre Arten, und ſelbſt durch eine bloſse Verſtärkung der gewöhnlichen Refraction bei den kleinen Neigungen entſtehn, ſelbſt wenn die Luft nur einige Grade wärmer als das Meer iſt, wie die Erfahrungen beweiſen, die ich oben angeführt habe. Da Latham bemerkt, der Tag ſey ſehr heiſs und vollkommen ſtill geweſen, ſo ſcheint dieſe letztere bei ſeiner Beobachtung der Fall geweſen zu ſeyn; er hat indeſs weder die Temperatur der Luft noch die des Waſſers angegeben.

Wenn die ungewöhnliche Strahlenbrechung ähnliche Beugungen der Lichtſtrahlen nach horizontaler Richtung hervorbringen könnte, ſo würde

*) Und in dieſen *Annalen* B. 4. S. 142. G.

ſie von einem höchſt nachtheiligen Einfluſſe bei geodätiſchen Operationen ſeyn. Glücklicher Weiſe haben aber Herr Arago und ich Gelegenheit gehabt, uns zu überzeugen, daſs, wenigſtens bei windſtillem Wetter, eine ſolche Seiten-Brechung durchaus nicht Statt findet. Selbſt als wir die vielfachen Bilder auf dem Deſierto und zu Cullera beobachteten, wichen die horizontalen Winkel nicht um eine Secunde von den vorigen Meſſungen ab. Indeſs bin ich doch ſehr geneigt zu glauben, daſs bei ſtarken Bewegungen in der Atmoſphäre eine ſolche Seiten-Ablenkung ſich ereignen könne; wenigſtens erzählt Delambre, er habe einmal das Signal von einer Seite des Verticalfadens nach der andern hinüberrücken, und dort einige Augenblicke verweilen ſehn. Auch ſind im Grunde die *wellenförmigen Zitterungen*, welche man im Sommer beim Beobachten entfernter, vertical begränzter Gegenſtände zu ſehen pflegt, nichts anders als horizontale Ablenkungen. Um daher bei ſehr genauen geodätiſchen Meſſungen allen Verdacht wegen Fehler der Art zu vermeiden, ſollte man bei ihnen ſehr hohe Standpuncte auf Bergen wählen, die nicht zu weit von einander liegen, ſo daſs die Strahlen, welche von dem einen zu dem andern gehn, überall hoch über dem Niveau der Ebnen bleiben, welche beide von einander trennen. Wir haben dieſen Vortheil unſern Meſſungen in Spanien verſchafft; denn ſelbſt in unſerm groſsen Dreyecke lag die Sehne des Erdbogens mehrere hundert Meter

über der Meeresfläche. Und kamen uns deſſen ungeachtet auſserordentliche Refractionen vor, ſo ſind wir wenigſtens gewiſs, daſs ſie nicht auf einem Einfluſs des Bodens, ſondern auf einem beſondern Zuſtand in den übereinander liegenden Luftſchichten beruhten. Dieſer kann kein bleibendes Gleichgewicht bewirken, muſs daher der kleinſten bewegenden Kraft weichen, und iſt folglich nur bei vollkommen ruhiger Luft möglich, alſo unter Umſtänden, wo man nichts von Seiten-Refractionen zu befürchten hat. Bei den Meſſungen des Theils des Meridians, der durch Frankreich geht, hat man ſich oft begnügen müſſen, Glockenthürme und niedrige Hügel zu Standpuncten zu wählen, wo die Geſichtsſtrahlen von einem zum andern nahe über dem Boden fortgingen, und das bald in der Winterkälte, bald in der Sommerhitze. Dieſes iſt wahrſcheinlich der Grund der auſserordentlich groſsen Verſchiedenheiten in dem Coefficienten der irdiſchen Strahlenbrechung, welche Delambre aus dieſen Beobachtungen berechnet hat. Man ſieht hieraus auch, wie wenig Zutrauen die Beſtimmung des Niveau-Unterſchiedes des Atlantiſchen und des Mittelländiſchen Meeres verdient, welche man aus den Meſſungen des Meridians von Montjouy bis Dünkirchen ziehn zu können geglaubt hat.

4.

Beſtimmung der Gränzcurve, mit Rückſicht auf die Krümmung der Erde.

Wir haben bis hieher den Gang der einzelnen Trajectorien, und die Wendungen, welche ſie haben können, betrachtet, und kommen nun zur Unterſuchung ihrer gegenſeitigen auf einander folgenden Durchſchnitte, um daraus die Geſtalt der Gränzcurve und die Zahl von Bildern, welche durch ſie entſtehn können, abzuleiten.

Setzt man in der Gleichung Nr. 36. $\frac{(r)}{r} = 1 - S$ und nimmt noch die Glieder mit, welche S^2 enthalten, ſo läſst ſich dieſe Formel noch bequemer folgendermaſsen ausdrücken, wenn man ſetzt für

$$\text{tang. } I' = \frac{dr}{r \cdot dv}, \text{ und für } \frac{(r)}{r} = 1 - S,$$

$$dv = \frac{\frac{(r)}{r^2} dr \text{ cof. } I}{\sqrt{(1 - m\varphi - \frac{(r)^2}{r^2} \cdot \text{cof.}^2 I}}$$

$$= \frac{dS \cdot \text{cof. } I}{\sqrt{[\text{lin.}^2 I - m\varphi + \text{cof.}^2 I (2S - S^2)]}} \quad \ldots (43)$$

Hier iſt v der Winkel, welchen die Radien einſchlieſsen, die vom Mittelpuncte der Erde nach dem Beobachter und nach irgend einem Puncte der Trajectorie gezogen werden. Dieſe Formel gilt, wenn $r > (r)$ iſt, oder der Punct der Trajectorie höher als der Beobachter liegt; im entgegengeſetzten Falle würde $\frac{(r)}{r} = 1 + S$ werden, aber zugleich

dv wachſen, während r abnimmt, und daher ſeyn:

$$dv = \frac{dS \cdot \cos. I}{\sqrt{[\sin.^2 I - m\varphi - (2.S + S^2) \cos.^2 I]}} \cdots (44)$$

Sehr oft iſt hier $m\varphi$ viel gröſser als das von S abhängende Glied, und dann iſt die Gleichung ganz ſo beſchaffen, wie bei Schichten, die durch parallele Ebnen begränzt werden. Ueberhaupt erhält man für kleine Werthe von S, bei jedem Geſetze der Dichtigkeiten, welches in ſphäriſchen Schichten dem Gliede $m\varphi$ einen gewiſſen Werth giebt, eben den Erfolg, als wenn man die Trajectorien nach einer Abnahme der Dichtigkeiten, die durch $m\varphi - (2S + S^2)$ ausgedrückt würde, in Beziehung auf ebne Schichten conſtruirte, und dann die gerade Abſciſſen-Linie an den Umfang eines Kreiſes von gleichem Halbmeſſer mit der Erde anſchmiegte. Man kann hieraus ſchlieſsen, daſs alle allgemeine Betrachtungen eben ſo wie bei ebnen Schichten Statt finden, und nur in dem Einzelnen der Erſcheinungen Abweichungen vorkommen können.

Indeſs bringt die Krümmung der Erde eine allgemeine Aenderung hervor, die bei ebnen Schichten nicht vorkam. Dort nämlich muſsten zwei einander nächſte, vom Auge des Beobachters ausgehende Trajectorien ſich allemal noch einmal ſchneiden, wenn nur ein unbegränztes Abnehmen der Dichtigkeit nach einer gewiſſen Richtung hin Statt fand. Hier hingegen, wo die Glieder $m\varphi$ und $2S \cos.^2 I$ entgegengeſetzte Zeichen haben, wenn in gröſsern Höhen die Dichtigkeit abnimmt, kann es

ſich ereignen, daſs die Trajectorien, ſtatt zu convergiren, vielmehr divergiren, indem die Krümmung der Erde mehr auf dieſes als der Temperatur-Unterſchied auf jenes hinwirkt. In dieſem Falle giebt es alſo keine Gränzcurve und keine vielfachen Bilder, und dieſer Fall iſt es gerade, der bei dem gewöhnlichen Zuſtande der Atmoſphäre eintritt, wie wir jetzt zeigen werden.

Bei dem *gewöhnlichen* Zuſtande der Atmoſphäre, wenn alles in bleibendem Gleichgewichte iſt, können wir für wenig verſchiedene Höhen die Abnahme der Dichtigkeiten als eine arithmetiſche Progreſſion befolgend anſehn. Es ſey alſo allgemein

$$m\varphi = \frac{m\,[(\rho) - \rho]}{(\rho)} = 4\beta . S$$

und S ſey poſitiv oberhalb des Beobachters. Bei kleinen Höhen kann S die Höhe über dem Niveau des Beobachters bedeuten, und β den beſtändigen Coefficienten der terreſtriſchen Refraction. Die Gleichung (43) giebt jetzt

$$dv = \frac{dS \,.\, \text{cof.}\, I}{\sqrt{[\text{lin.}^2 I - 2S(2\beta - \text{col.}^2 I) - S^2 . \text{cof.}^2 I]}} \quad \ldots (45)$$

und

$$V - v = \text{Arc. Cotang.} \left(\frac{2\beta - (1 - S)\,\text{cof.}^2 I}{\sqrt{(\text{lin.}^2 I - 2S\,(2\beta - \text{col.}^2 I) - S^2 \text{cof.}^2 I) . \text{cof.} I}} \right) \ldots (46)$$

V iſt hier eine beſtändige Gröſse, in welche v übergeht für $S = o$, alſo

$$+ V = \text{Arc. Cotang.} \frac{2\beta - \text{cof.}^2 I}{\text{lin.}\, I \,.\, \text{col.}\, I} \quad \ldots (47)$$

Die weitere Entwickelung dieſer Gleichungen zeigt, daſs die Trajectorie ein *Kegelſchnitt* iſt, deſſen Brennpunct in den Mittelpunct der Erde fällt, deſſen halbe groſse Axe $A = \frac{2\beta(r)}{4\beta - 1}$, und deſſen Excentricität $e = \frac{1}{2\beta}\sqrt{[(2\beta - \text{cof.}^2 I)^2 + \text{ſin.}^2 I . \text{cof.}^2 I]}$ iſt. Der Kegelſchnitt wird eine Ellipſe, Parabel oder Hyperbel, je nachdem $4\beta >$ oder $=$ oder < 1 iſt. Man hätte dieſes Reſultat vorausſehen können, da $m\varphi = 4\beta . S = 4\beta\left(1 - \frac{(r)}{r}\right)$, alſo $\frac{m . d\varphi}{(r)dr} = \frac{4\beta}{r^2}$, die wirkende Kraft, dem Quadrate des Abſtands umgekehrt proportional iſt *). Daſs die groſse Axe unabhängig von I iſt, rührt daher, weil die Lichttheilchen alle beim Auge des Beobachters mit gleichen Geſchwindigkeiten ankommen, indem die Geſchwindigkeit nur durch die Dichtigkeit der Schicht, in welcher das Lichttheilchen ſich gerade befindet, beſtimmt wird.

Wendet man die Formeln auf den Strahl an, welcher in horizontaler Richtung zum Auge kömmt, und bringt dabei in Rechnung, daſs die Trajectorie für $\rho = o$ in eine gerade Linie übergeht, ſo findet man, daſs der Winkel, unter welchem ein ſolcher Strahl in die Atmoſphäre eintritt, äuſserſt

*) Man muſs nämlich bemerken, daſs die bei allen dieſen Beobachtungen zum Grunde liegende Gleichung Nr. 36. ganz nach den Principien der Mechanik aus der Wirkung ſphäriſcher Schichten auf ein Lichtheilchen abgeleitet iſt.
Brandes.

verſchieden ſeyn kann, je nachdem β es iſt. Die Horizontal-Refraction iſt daher nicht nothwendig auf ſehr kleine Werthe beſchränkt, wie man gewöhnlich annimmt; ſondern, indem der Strahl faſt eine um die Erde circulirende Form annimmt, kann ſie ſehr erheblich werden.

Inflexionen dieſer Art ſind wahrſcheinlich die Urſache der ungewöhnlichen Dauer der Dämmerung, welche Sauſſure auf dem *Col du Géant* beobachtet hat, wo ſie die ganze Nacht hindurch fortdauerte, obgleich die Sonne um mehr als 45° unter den Horizont hinab ſank; und des blaſſen, jedoch deutlichen Scheins, den er rund umher an dem Horizonte ſah, und der ſich auch Hrn. von Humboldt auf dem Vulkan von *Antiſana* zeigte. Auch die bekannte Beobachtung der holländiſchen Schiffer auf *Nova Zembla*, die bisher Niemand *) genügend hat erklären können, erſcheint jetzt durchaus nicht als unmöglich. Die Lichtſtrahlen ſcheinen in allen dieſen Fällen durch ein beſonderes Geſetz der Abnahme der Dichtigkeiten in den ſehr hohen Luftſchichten, wo die Temperatur nur wenig veränderlich iſt, abgelenkt, und gleichſam zum Circuliren um die Erde gebracht worden zu ſeyn.

*) Daſs Kramp ganz ähnliche Betrachtungen ſchon 12 Jahre früher bekannt gemacht, wuſste Hr. Biot alſo nicht. — Eine kleine Warnung für diejenigen unter unſern Landsleuten, die in der Hoffnung, deſto eher im Auslande Leſer zu finden, ihre Mutterſprache verlaſſen! *Br.*

Wir gehn jetzt zur Bestimmung der Gestalt der *Gränzcurve* über. Die Gleichung 46 läßt sich auch so ausdrücken:

$$\text{tang.}(V-v) = \frac{\text{cos.}I.\sqrt{[\text{sin.}^2I - 2.S(2\beta - \text{cos.}^2I) - S^2\text{cos.}^2I]}}{2\beta - (1-S)\,\text{cos.}^2I} \quad \ldots (46)$$

und $\text{tang.}\,V = \frac{\text{sin.}I\,.\,\text{cos.}I}{2\beta - \text{cos.}^2I} \quad \ldots (47)$.

Setzt man nun $C = \frac{2\beta - \text{cos.}^2I}{\text{cos.}V\,.\,\text{cos.}^2I}$, also $C = \frac{\text{tang.}I}{\text{sin.}V}$

und $S = S' + C(1 - \text{cos.}V)$; so wird

$$\text{tang.}(V-v) = \frac{\sqrt{[-2S'.C - S'^2]}}{S'+C}$$

oder $\text{cos.}(V-v) = \frac{S'+C}{C}$ und folglich

$$r = \frac{(r)}{1 + C\,.\,\text{cos.}V - C.\,\text{cos.}(V-v)} \quad \ldots (48)$$

Oder wenn man $v = 2u$ setzt, und für C seinen Werth $= \frac{\text{tang.}I}{\text{sin.}V}$ schreibt,

$$r = \frac{(r)}{1 + 2\,.\,\text{sin.}u\,.\,\frac{\text{sin.}(u-V)\,.\,\text{tang.}I}{\text{sin.}V}}$$

Die Bedingung der Durchschnitte ist hier, daß bei verändertem I, dennoch r und u unverändert bleiben, also

$$\left(\frac{d\,.\,\frac{\text{sin.}(u-V)\,.\,\text{tang.}I}{\text{sin.}V}}{dI}\right) = 0 \text{ werde,}$$

oder $\dfrac{d\left(\dfrac{\sin.u\,.\,\text{tang.}I}{\text{tang.}V} - \cos.u\,.\,\text{tang.}I\right)}{dI} = 0,$

Das ist, weil V von I abhängt,

$$\frac{\sin.u}{\cos.^2 I\,.\,\text{tang.}V} - \frac{\sin.u\,.\,\text{tang.}I}{\sin.^2 V}\,.\,\frac{dV}{dI} - \frac{\cos.u}{\cos.^2 I} = 0$$

oder $\text{tang.}u = \dfrac{\text{tang.}^2 V}{\dfrac{dV}{dI}\,.\,\dfrac{\sin.I\,.\,\cos.I}{\cos.^2 V} - \text{tang.}V}$ sey.

Es ist aber $\dfrac{dV}{dI\,.\,\cos.^2 V} = \dfrac{2\beta\,.\,\cos.2I - \cos.^2 I}{(2\beta - \cos.^2 I)^2}$

und folglich $\text{tang.}u = \text{tang.}\tfrac{1}{2}V = \dfrac{\text{cotang.}I}{4\beta}$ . . . (49),

für den Durchschnittspunct der beiden einander nächsten Trajectorien, die unter der Neigung I zum Auge kommen. Und hieraus folgt, wenn man die Gleichungen für r und V zu Hülfe nimmt,

$$r = \frac{(r)[16\,.\,\beta^2\,.\,\sin.^2 I + \cos.^2 I]}{(4\beta - 1)[4\beta\,.\,\sin.^2 I + \cos.^2 I]} \quad . \; . \; . \; . \; (50)$$

als die Entfernung der Durchschnitte vom Centro.

Wäre hier $4\beta < 1$, so würden die Durchschnitte unmöglich, und es gäbe keine Gränzcurve, welche alle Trajectorien berührte. Dieses eben ist der Fall bei dem gewöhnlichen Zustande der Atmosphäre, wo β etwa $= \frac{1}{11}$ ist; daher sieht man durchaus keine doppelten Bilder, wenn dieser Zustand der Luft Statt findet. Der Grund hiefür liegt darin, dass bei so kleinen Werthen von β die Trajectorien Parabeln und Hyperbeln sind, die sich nicht schneiden können.

Wir gehn jetzt zur Bestimmr [illegible] *Gränzcurve* über. Die Gl[illegible] auch so ausdrücken: [illegible] $\frac{1}{2}v)]$

$$\text{tang.}(V - v) = \frac{\cos.I.\sqrt{[\sin.^2 I - 2.\ldots}}{2\beta - (1 - \delta)} \ldots \overline{4\beta - 1)\cos.v]}$$

[illegible] eine Ellipse, deren

und $\text{tang.}\,V = \ldots \frac{4\beta + 1}{4\beta - 1}$ und Excentricität [illegible]ren große Axe mit der Vertical-

Setzt man [illegible] [illegible]chters übereinstimmt.

[illegible] kleine Werthe von I, oder für Ge- und [illegible] die nahe am Horizont erscheinen, wol- [illegible] $I = h$ setzen, so wird $v = 180° - 8.\beta h$; [illegible] solche Trajectorie kann die Gränzcurve [illegible] in 180° Entfernung berühren. Aus diesem Grunde sieht man keine umgekehrte Bilder, weil diese nur dann entstehn, wenn die Berührung der Trajectorie mit der Gränzcurve zwischen dem Beobachter und dem Gegenstand fällt. Man bemerkt daher unter den hier angenommenen Umständen keine umgekehrten Bilder von Gegenständen, die etwas über dem Horizont erscheinen.

Wir haben dieses wirklich bei *Dünkirchen* so gefunden, als das Meer kälter war, als die Luft, und waren erstaunt darüber, die niedrig liegenden Gegenstände oberhalb der scheinbaren Horizontallinie zu erblicken. Diese Erhebung war so merklich, daß das bloße Auge sie ohne Hülfe von Instrumenten wahrnahm. Wenn wir uns am Ufer hinsetzten, so schien es, als wären wir in einem

welchen ſich mit höchſt ſanftem Ab-
laue Meer erhöbe; der Horizont.
hnitten ohne alle Undulatio-
die Fiſcherkähne auf der
die Schiffe, welche ſich vom
, kein umgekehrtes, ſondern nur
es aufrechtes Bild. Dieſe ſonderbare
ung feſſelte unſere Aufmerkſamkeit um ſo
, da ich damals dieſen Fall auſserordentlicher
Stärke der gewöhnlichen Strahlenbrechung noch
nicht berechnet hatte, und nicht wuſste, dafs bei
dieſen kleinen Neigungen (obgleich die Gegen-
ſtände durch die zweiten Aeſte der Trajectorien
dem Beobachter ſichtbar wurden,) kein umgekehr-
tes Bild entſtehen könne. Uebrigens war in dieſen
Fällen die Wirkung der Refraction nur wenig ſtär-
ker, als die Krümmung der Erde, und deshalb der
Meerhorizont nur ſehr wenig über die Horizontal-
linie erhoben; es muſsten folglich die unter klei-
nen Neigungen vom Beobachter ausgehenden Tra-
jectorien ſehr lange an der Meeresfläche hinſtrei-
chen, und kleine Aenderungen der Neigung muſs-
ten einen ſehr groſsen Unterſchied in der Entfer-
nung der Puncte hervorbringen, wo dieſe Trajecto-
rien die Meeresfläche durchſchnitten. Sehr ausge-
dehnte Meeresſtrecken muſsten alſo, für 1 nahe
an 0, unter ſehr kleinen Sehewinkeln erſcheinen,
und ſo entſtand das tiefe Blau des Meeres, vorzüg-
lich nahe am Horizonte. Der Meerhorizont ſelbſt
war beſtimmt durch die Höhe der Luftſchicht, wo

die Möglichkeit der Zurückbeugung aufhörte, er mufste alſo ſehr ſcharf begränzt erſcheinen, ohne daſs man die Wellen-Bewegung des Meeres bemerkte, deren einzige Wirkung darin beſtehn konnte, daſs bald einer, bald der andre Punct des Meeres durch dieſelbe äuſserſte Trajectorie ſichtbar wurde *). Das heiſst, wenn *AB* die Meeresfläche iſt, und *CB* (Taf. V Fig. 2) die äuſserſte Trajectorie, ſo war es das eine Mal die Welle *D*, die man durch dieſe Trajectorie erblickte, das andre Mal aber, wenn jene ſich geſenkt hatte, der entlegene Punct *B*.

Wir haben bisher den Fall einer *oberwärts abnehmenden Dichtigkeit* betrachtet; aber dieſelbe Analyſe läſst ſich ſehr leicht auf den entgegengeſetzten Fall anwenden, wenn die *Dichtigkeit in den tiefern Schichten geringer* iſt, ſo wie es Statt findet, wenn die Erdfläche oder Meeresfläche *mehr* erwärmt iſt, als die Luft. Man hätte nur nöthig, in den vorhin entwickelten Formeln (Nr. 43 u. folg.) β und S negativ zu nehmen, das Wurzelzeichen zu verändern, und I negativ zu ſetzen. Man würde

*) Warum der Horizont ſo ſcharf abgeſchnitten erſchien, läſst ſich auch ſo überſehn. Der Theil der Meeresfläche, welcher am äuſserſten Rande des Horizontes etwa 1 Sec. breit erſchien, war von ſehr groſser Ausdehnung, die Wellen auf dieſem ganzen Raume trugen alle faſt gleich viel bei, um den Horizont in Undulationen zu heben und zu ſenken; aber da auf dieſem Raume unzählige Wellen die entgegengeſetzteſten Wirkungen hervorbrachten, ſo konnte keine einzeln ſichtbar werden. *Br.*

dann finden, dafs die Trajectorien immer *Hyperbeln* sind, die ihre convexe Seite gegen die Erde kehren, und deren einer Brennpunct im Mittelpuncte der Erde liegt. Man würde ferner finden, dafs die Gränzcurve allemal ein Aft einer Hyperbel ist, deren grofse Axe mit der Verticallinie des Beobachters und deren einer Brennpunct mit dem Centro der Erde zusammen fällt. Ist $4\beta < 1$, so kehrt die Gränzcurve ihre concave Seite gegen die Erde; hingegen die convexe Seite, wenn $4\beta > 1$ ist. In jenem Falle ist ihre ganze grofse Axe $= \frac{a(1-4\beta)}{1+4\beta}$, ihre Excentricität $= \frac{1}{2}a$; in diesem Falle ist die ganze grofse Axe $= \frac{a(4\beta-1)}{4\beta+1}$. Für $4\beta = 1$ ist die Gränzcurve eine gerade Linie, senkrecht auf die Verticallinie des Beobachters und die Mitte seines Abstandes vom Centro der Erde treffend.

Für diese Gränzcurve wird r unendlich, wenn $\text{tang.}\frac{1}{2}v = \frac{1}{\sqrt{4\beta}}$ ist; oder $\text{tang.}I = \frac{1}{\sqrt{4\beta}}$, und kleinere Werthe von I würden r negativ, das ist, unmögliche Werthe geben. Die Werthe, welche zwischen $I = o$ und $I = \text{Arc.tang.}\frac{1}{2\sqrt{\beta}}$ liegen, geben also keine Durchschnitte; sie divergiren vom Auge des Beobachters an, und sind unfähig, doppelte Bilder hervorzubringen. Damit also für kleine Werthe von I ein Erscheinen doppelter Bilder möglich sey, mufs 4β eine bedeutend grofse Zahl

ſeyn, und je gröſser 4β iſt, deſto mehr nähern ſich die umgekehrten Bilder der Horizontallinie, von der ſie gleichwohl unterwärts immer noch um etwas weniges entfernt bleiben. Hierdurch würden indeſs Gegenſtände, welche oberhalb dem Horizonte des Auges liegen, nicht geradezu von denen, welche umgekehrte Bilder geben können, ausgeſchloſſen; aber es iſt die Entſtehung jener Bilder nur dann möglich, wenn die zweiten Aeſte der Trajectorien, deren erſte Aeſte von unten aufwärts zum Auge gelangen, in ihrem Laufe auf höhere Gegenſtände treffen.

Die Betrachtung dieſes einzigen, freilich nicht in allen Fällen ſtattfindenden Geſetzes zeigt hinlänglich, welche *Modificationen die Krümmung der Erde hervorbringt.* Iſt der Unterſchied der Temperaturen ſehr groſs, ſo kann man die Rückſicht auf die Krümmung der Erde ganz bei Seite ſetzen, und man kann ſich leicht überzeugen, daſs ſolche Fälle möglich ſind. β iſt etwa $= \frac{1}{11}$, wenn auf 200 Meter Höhe die Wärme um 1° Centeſ. abnimmt; aber bei ſehr erhitztem Boden kann ſchon auf einige Centimeter oder einige Zoll Höhe der Temperatur-Unterſchied mehrere Grade betragen, wodurch β leicht 3000 oder 4000 Mal ſo groſs werden kann, wenn man übrigens nach einerlei Regel rechnet. In einem ſolchen Falle könnte alſo die Convexität der Erde gegen die ſtarke Refraction äuſser Acht gelaſſen werden, und alles, das, was wir über die

Gränzcurve, ihre Beugungen u. ſ. w. oben geſagt haben, würde gröſsten Theils auch hier paſſen.

Die Erklärung der einzelnen Erſcheinungen, der engen Beſchränkung des ſichtbaren Horizonts, an welchen ſich ein umgekehrtes Bild des unterſten Theiles des Himmels anſchlieſst, des ſcheinbaren Schwebens der Gegenſtände in der Luft, wenn ſie nicht bis an die äuſserſte Trajectorie reichen, und wenn alſo ein Theil des Lufthimmels unterhalb ihnen in umgekehrtem Bilde erſcheint, — können wir übergehn, da ſie hier im Weſentlichen mit dem übereinſtimmt, was bei ebnen Schichten Statt findet. Die Gränzcurve, welche die Trajectorien alle berührt, erhebt ſich hier allemal deſto mehr über die Erde, je mehr ſie ſich vom Beobachter entfernt. Da nun die unterhalb dieſer Trajectorie liegenden Gegenſtände für den Beobachter unſichtbar werden, ſo liegt die untere Gränze der noch ſichtbaren Gegenſtände deſto höher, je entfernter ſie ſind. Sieht man daher einen hohen Gegenſtand von ziemlich groſsem Umfange, z. B. eine Inſel, und es ſind die Puncte *a*, *b* des Umfangs weiter als *c* (Fig. 3) vom Auge entfernt, ſo wird die Inſel nach beiden Enden mehr zugeſpitzt erſcheinen, indem bei *a*, *b* nur etwa noch die allerhöchſten Theile oberhalb der Gränzcurve liegen, welche dagegen von der bedeutend näheren Gegend *c* auch niedrigere Gegenſtände ſehn läſst. Die entferntern Seiten einer überall gleich hohen Inſel erſcheinen alſo als in der Luft ſchwebend, wenn auch die näheren Gränzen

um die Mitte auf dem Horizonte zu ruhen ſcheinen, oder mit ihrem umgekehrten Bilde an den ſcheinbaren Horizont angränzen.

5.

Bemerkungen über Le Gentil's Beobachtungen an der auf- und untergehenden Sonne, und über Vince's Beobachtungen dreyer Bilder.

Le Gentil beobachtete in Indien, daſs die *Sonne* bei ihrem *Aufgange* nicht am Rande des Horizontes hervorzukommen ſchien, ſondern etwa 4 bis 5 Minuten oberhalb deſſelben ſichtbar wurde. Dieſes rührte daher, weil die Sonne, ſobald das Meerwaſſer wärmer als die Luft war, erſt ſichtbar werden konnte, wenn ſie ſich über die Gränzcurve erhob. Nach Le Gentil's Beobachtungen war der Seehorizont bei dieſen Beobachtungen etwa 1½ Min. mehr deprimirt, als er ohne Refraction hätte ſeyn können, und die Trajectorien waren alſo gegen die Erde convex. — Le Gentil beobachtete auch allemal, daſs im Augenblick des Sonnen-Aufgangs der Seehorizont ſich plötzlich um etwa 36 Secunden mehr erniedrigte, als vorher, wahrſcheinlich weil die erſten Sonnenſtrahlen das Meer bedeutender erwärmten, als die dünnere Luft.

Ueberhaupt müſſen die Wechſel der Temperatur-Unterſchiede der Luftſchichten bei Sonnen-Aufgang und Sonnen-Untergang ſehr mannigfaltig ſeyn, da ſie von allerlei zufälligen Umſtänden, von der Durchſichtigkeit der Luft u. dgl. abhängen. Starke Wechſel der Art hat auch Hr. von Hum-

boldt zu *Cumana* in Südamerika beobachtet. Er bemerkte z. B. am 5ten September, dafs die flache, ungefähr 8000 Toiſen entfernte Inſel *Picuita*, die ſich zuvor als in der Luft ſchwebend gezeigt hatte, 4 Minuten vor Sonnen-Untergang nur noch wenig, und bei Sonnen-Untergang gar nicht mehr ſchwebend erſchien, indem zugleich die Depreſſion des ſcheinbaren Meer-Horizontes ſich bedeutend veränderte. Dieſe wurde gemeſſen mit einem ſorgfältig verificirten Bird'ſchen Quadranten, deſſen Objectiv ſich 8,094 Meter über der Meeresfläche befand, daher die wahre Depreſſion des Horizontes, unabhängig von aller Refraction, 5′ 29″ war. Der Abſtand des Meer-Horizontes vom Zenith betrug aber

um 6 Uhr Abends, als die Sonne noch 4° Höhe hatte,	90° 6′ 51″
im Augenblick des Sonnen-Untergangs	90° 6′ 33″
in der Dämmerung - -	90° 6′ 10″
ſpäter - - - -	90° 6′ 57″.

Am 24. Sept., wo ſtarke Spiegelung Statt gefunden hatte, tanzte gleichſam der Horizont, oder änderte in Zeit von einer Stunde drei oder vier Mal ſeine Zenithdiſtanz von 90° 7′ 44″ bis 90° 10′ 32″, obgleich die meteorologiſchen Inſtrumente keine Aenderung zeigten *).

*) Ich darf hier wohl noch einmal auf meine Beobachtungen vom 25. Jun. 1804 verweiſen, und auf die Beobachtung vom 6. Apr. 1803, in Gilbert's *Annalen der Phyſik* B. 17. S. 156. *a. Br.*

Le Gentil beobachtete zu Pondichery jenes Erſcheinen der Sonne oberhalb des Horizont-Randes nur im Winter; im Sommer ſchien dagegen die Sonne ganz wie gewöhnlich aus dem Meere herauf zu ſteigen. Die Urſache dieſer Verſchiedenheit liegt vor Augen. Die Temperatur des Meeres fern von den Küſten entſpricht in allen Ländern ungefähr der mittleren Temperatur der Luft während des Jahrs; das Meer muſs alſo im Sommer kälter und im Winter wärmer ſeyn, als die Luft, wie das Hr. Woltmann in Cuxhaven durch zuſammenhängende Verſuche dargethan hat, und wie es noch mehr in dem ſo beſtändigen Klima von Indien der Fall ſeyn muſs. Iſt aber das Meer kälter als die Luft, ſo nimmt die Dichtigkeit der Luftſchichten von unten nach oben in der gewöhnlichen Richtung ab, ſelbſt in den unterſten Schichten, welche mit dem Meere in Berührung ſind, und dann erſcheinen alſo weder doppelte Bilder, noch ſchweben die Gegenſtände in der Luft, und die Sonne muſs am Horizonte des Meeres ſelbſt aufgehn. Im Winter dagegen iſt das Waſſer wärmer als die Luft, und erwärmt die unterſten Luftſchichten, und es entſtehn daher in dieſer Erſcheinungen auſserordentlicher Refractionen, und Depreſſion des ſcheinbaren Horizonts unter dem wahren.

In Pondichery läſst ſich der Sommer-Horizont für den wahren nehmen. Nun aber hat Le Gentil gefunden, daſs von dem Augenblick an, wenn der oberſte Rand der Sonne erſcheint, bis wenn er

den auf 0° 0′ gerichteten horizontalen Faden des Fernrohrs am Quadranten berührt, im Sommer 59, im Winter aber nur 35 Secunden Zeit hingehn. Dieſem Unterſchiede von 24 Zeitſecunden entſpricht ein Bogen von 5′ 17″; denn Le Gentil fand, daſs die Sonne gewöhnlich 2′ 28″ Zeit braucht, um ganz über den Horizont hervorzutreten, und ihr Durchmeſſer beträgt im Januar 32′ 36″. Dieſe 5′ 17″ ſind aber ſehr viel mehr, als die gewöhnliche Refraction für eine Temperatur-Verminderung von 5 oder 6° R. zu bewirken vermag. Es iſt folglich hierdurch bewieſen, daſs die Sonne im Winter wirklich in der Gränzcurve aufgeht, und über der Meeresfläche ſelbſt, ganz meiner Theorie entſprechend. Unter dieſen Umſtänden muſs die Trajectorie nahe am Meere nach dem Meere zu convex ſeyn, und müſſen alſo Berechnungen der Gröſse der horizontalen Strahlenbrechung aus Winter-Beobachtungen ſie zu klein geben. Hr. Delambre findet dieſe nach Le Gentil's Beobachtungen 32′ 26″, indeſs die Sommer-Beobachtungen, bei denen blos gewöhnliche Strahlenbrechungen vorkommen, ſie 34′ 12″ geben; ein Unterſchied, über den ſich Hr. Delambre nicht wenig verwunderte.

Die Sonnenſcheibe ſelbſt muſs im Winter beim Aufgehn oder Untergehn, nach unſerer Theorie, folgende Erſcheinungen zeigen, welche beim Untergehn ganz der Art analog ſind, wie dem Beobachter in dem auf Taf. III in Fig. 4 abgebildeten

Fall ein Menſch erſcheint, der ſich von ihm allmählig immer weiter entfernt.

So lange ſich die ſinkende Sonne über der letzten (den Raum, worin Spiegelung möglich iſt, oberhalb begränzenden) Trajectorie befindet, ſieht man nur ein einziges, directes Bild. Berührt ſie mit ihrem untern Rande dieſe Trajectorie, ſo erblickt man in dem ſcheinbaren Horizonte M (Taf. V Fig. 4) ſenkrecht unter ihr einen leuchtenden Punct, womit die Spiegelung anfängt, und der das umgekehrte Bild des unterſten Punctes der Sonnenſcheibe iſt. Je tiefer die Sonne in den Raum hinabſteigt, wo die Spiegelung möglich iſt, deſto gröſſer wird dieſes Bild, ſo daſs es ſcheint, als ſteige eine zweite Sonne ſenkrecht unter der erſten am Horizonte herauf und nähere ſich der wahren (Fig. 5). Beide Sonnen kommen mit einander in Berührung, ſobald die wahre Sonne die Gränzcurve berührt, unterhalb welcher die Gegenſtände ſichtbar zu ſeyn aufhören (Fig. 6). Und nun ändern ſich die Erſcheinungen. Je tiefer der untere Sonnenrand unter dieſe Gränzcurve herabſinkt, deſto mehr ſcheint ſie an ihrem untern Rande ausgeſchnitten zu werden, und mit der zweiten Sonne nicht in einer geraden Linie, ſondern in einem nach der Erde zu convexen Bogen zuſammen zu ſtoſsen, ſo daſs die falſche Sonne an beiden Seiten der wahren zurückweicht (Fig. 6, 7). Erſt wenn der obere Rand der Sonne die letzte Trajectorie erreicht, erſcheint der untere Rand der falſchen

Sonne völlig gebildet, und den Horizont berührend; und ſinkt die Sonne dann tiefer, ſo verläßt der untere Rand der falſchen Sonne, welcher das Bild des obern Sonnenrandes iſt, den Horizont, und beide durchdringen ſich immer mehr (Fig. 9). Beide werden dabei immer kleiner, und haben ſie ſich endlich ganz vereinigt, ſo bilden ſie nur noch einen abgerundeten leuchtenden Punct, der in der Gränzcurve, und folglich oberhalb des falſchen Horizontes, den man indeſs für den wahren nimmt, plötzlich verſchwindet.

Dieſelben Erſcheinungen müſſen ſich in umgekehrter Folge beim Aufgehn der Sonne zeigen. Indem die Sonne ſich über die Gränzcurve erhebt, wird zuerſt ein heller Punct mitten in der Luft, ſo als ob die Sonne aus dem Chaos hervorträte, ſichtbar. Dieſer Punct, der eigentlich aus einem doppelten Bilde beſteht, vergrößert ſich, wenn die Sonne ſteigt; ihr oberer Rand wird kenntlich, und ihm ähnlich bildet ſich der untere, gleichſam abgeſpiegelte Rand. Allmählig wird der obere Theil der Sonne immer vollſtändiger ſichtbar, und ſo auch ſein umgekehrtes Bild. Indem die Sonne höher ſteigt, erreicht ihr unterer Rand die Gränzcurve; in dieſem Augenblick trennen ſich beide Sonnenbilder, und rücken, das eine aufwärts, das andre niederwärts, immer weiter aus einander; man glaubt ſo zwei Sonnen zu ſehn, deren eine allmählig unter dem Rande des Seehorizonts verſchwindet, indeſs die andre ſich mehr und mehr hebt.

So ergiebt es die Theorie, und gerade so hat es Le Gentil zu *Pondichery* und an der *Küste der Normandie* beobachtet. Bei der Beständigkeit der Witterung in Indien ging an dem ersten Orte die Sonne alle Tage auf diese Art auf und unter, und Le Gentil hat die Erscheinungen sehr umständlich beschrieben in den *Mém. de Paris* J. 1774 und 1789. Seine Beschreibung stimmt genau mit der eben gegebnen überein. Am mehrsten in Erstaunen setzte es ihn, die Sonne im Winter immer in einer gewissen Höhe über dem Meerhorizonte aufgehn zu sehn, als *trete sie* (wie er sagt) *aus dem Chaos* hervor, welches er durch bizarre Hypothesen einer bis zur Undurchsichtigkeit condensirten Luftschicht zunächst über dem Meere zu erklären suchte, indess doch diese Erscheinungen umgekehrt durch eine Schicht verdünnter Luft hervorgebracht werden, welche macht, dass alle unter ihr liegende Gegenstände unsichtbar sind.

Die Wechsel in der Temperatur der Luftschichten hindern zuweilen den regelmäßigen Gang der Erscheinung. Hierin lag vermuthlich der Grund, dass Le Gentil an zwei Abenden das untere Bild entstehn, aber, während die Sonne sank, so abnehmen sah, dass sie dennoch am Rande des Horizontes unterging. Ist nun sogar die Temperatur an verschiedenen Stellen des Meeres ungleich, (was durch Verschiedenheit der Tiefe, durch Strömungen u. dgl. bewirkt werden könnte,) oder ist die Luft in Bewegung, so wird die Gleichförmigkeit

der Temperatur und die Sphäricität der Luftſchichten, welche wir vorausgeſetzt haben, geſtört, und da dann die Gränzcurven anders geſtaltet und von einem Augenblick zum andern veränderlich ſind, ſo müſſen auch die Bilder auf mehrerlei Weiſe an Art und Zahl variiren, und hunderterlei Sonderbarkeiten durch ungewöhnliche Strahlenbrechung zeigen, beſonders beim Untergehn der Sonne, in dem Augenblicke, wenn ſie ganz unter den Horizont hinabſinken will. Dergleichen ſind ſchon von dem jüngern Caſſini beim Aufgehn der Sonne am 17. Dec. 1698 wahrgenommen, und in einer Zeichnung aufbehalten worden, welche ſich auf der Pariſer Sternwarte findet; und Mathieu und *ich* haben ähnliche Beobachtungen in Dünkirchen beim Untergehn der Sonne gemacht, von denen eine in Fig. 10 abgebildet iſt. Die plötzliche Verlängerung des untern Sonnenrandes, womit die Erſcheinung anfängt (Fig. 10, a) und welche der Sonne die Geſtalt einer Birne giebt, zeigt den Augenblick an, wenn die Sonnenſtrahlen in die Luftſchichten von negativer Strahlenbrechung eintreten, wo die Bahnen der Lichtſtrahlen ſich noch nicht durchſchneiden, ſondern die Gegenſtände blos deprimiren. Später erſt gelangt der untere Sonnenrand zu dem Raume, wo die Umkehrung vor ſich geht, und dann entſtehen, nach Verſchiedenheit der Geſtalt der Gränzcurve, doppelte oder mehrfache Bilder. Zugleich deprimirt ſich der oberſte Theil der Sonnenſcheibe, durch die negative Refraction ungleich

erniedrigt, an den Rändern ſtärker als an der Spitze, und erſcheint wie ein Dach (Fig. 10 *b*, u. ſ. f.). Wenn endlich faſt die ganze Sonnenſcheibe unter die Gränzcurve herunter getreten und nur noch ein ſehr kleiner Theil oberhalb derſelben iſt, erſcheint dieſer Theil heftig wellend, vermöge der Undulationen der untern Luftſchicht, bald gröſſer, bald kleiner, bald gar nicht, bis auch er an die unterſte Luftſchicht gelangt, und gleich einem leuchtenden Dunſte, wie eine kleine von der Sonne vergoldete Wolke (Fig. 10, *g*) verſchwindet.

Die *merkwürdigen Erſcheinungen dreyer Bilder*, welche Hr. Vince an der engliſchen Küſte geſehn hat*), glaube ich ebenfalls aus meiner Theorie erklären, das heiſst, ſie ihr gemäſs auf einerlei Urſache und einerlei Geſtalt der Gränzcurve zurückführen zu können, ſo daſs die Lage der Bilder und ihre Veränderung nothwendige Folgen dieſer vorausgeſetzten Geſtalt ſind. Denn mit Hrn. Vince ſo vielerlei verſchiedne Geſetze der Dichtigkeit, als er Bilder geſehn hat, annehmen zu wollen, würde zu keiner genügenden Erklärung führen, da dann die gegenſeitigen Bewegungen der Bilder willkührlich bleiben, indeſs nach ſeiner Beſchreibung dieſe Bewegungen ſich auf eine beſtimmte Weiſe verhielten. Unglücklicher Weiſe hat Hr. Vince die Beobachtung des allerweſentlichſten Umſtandes unterlaſſen, nämlich der Erhebung oder Senkung des

*) Annalen der Phyſik B. 4. S. 129.

ſcheinbaren Horizonts, und man kann daher nicht ſicher entſcheiden, ob die Trajectorien in ihrem untern Theile convex oder concav gegen die Erdfläche waren; ich glaube indeſs aus mehrern Gründen das erſtere, und nehme ſie für convex nach unten. Es war nämlich an dieſem Tage, den 1ſten April 1798, ſehr heiſs geweſen; in London hatte das Thermometer um 7 Uhr Morgens auf 17°,8, und um 2 Uhr Nachmittags auf 27°,8 C. geſtanden, und erreichte an dieſem Tage eine Höhe von 28°,33 C.; am folgenden aber ſtieg es lange ſo hoch nicht. Um die Zeit dieſer Erſcheinung, von 4½ bis 8 Uhr Abends, muſste beim Herabſinken der Sonne die Temperatur der höhern Luftſchichten mehr als die des Meeres abnehmen; das Meer war alſo bei dieſen Beobachtungen wahrſcheinlich wärmer als die Luft, und von der Meeresfläche an bis zu einer geringen Höhe nahm dann die Dichtigkeit der Luft zu, welchem Trajectorien entſprechen, die in ihrem unterſten Theile convex ſind. Von dieſer Gränze an nahm die Dichtigkeit der Luft oberwärts wieder ab, und zwar wahrſcheinlich nach einem viel ſchnellern Verhältniſſe als gewöhnlich, weil die Temperatur plötzlich ſich verminderte, und weil der fallende Thau die Luft erkältete und die Refraction in gewiſſen Schichten vermehrte. Mehrere Angaben von Vince unterſtützen dieſe Behauptung. Vince ſah mehrmals abgeriſſene Bilder des Meeres *oberhalb* des ſcheinbaren Horizontes, die bald erſchienen, bald verſchwanden, und zuweilen ſehr

ſchnell längs des Horizontes fortrückten. Dieſe Theile des Seehorizonts mußten alſo von Zeit zu Zeit unterhalb der Gränzcurve verdeckt geweſen ſeyn, dieſe alſo über ſie hinauf gehn, und ſich durch Veränderungen in der Atmoſphäre erniedrigen. Auch glaubte Vince einmal einen dichten Nebel zu ſehn, der ſich längs des Horizontes ſchnell fortzog und, wie der Rauch eines Schornſteins wellte. Aber dieſer vermeintliche Nebel, von welchem Hr. Vince glaubt, er ſey von der andern Seite des Horizonts gekommen, und den Er für eine der Urſachen der ungewöhnlichen Strahlenbrechung hielt, die ſich zeigte, war nichts anders, wenn ich mich nicht ſehr irre, als die zuweilen ſichtbar werdenden Meereswogen, deren Spitzen hie und da ein wenig über die Gränzcurve hervorkamen, und ſich in einem unbeſtimmten Bilde wie Nebel zeigten. Hr. Mathieu und *ich* haben ähnliche Erſcheinungen bei Dünkirchen geſehn, wie ſie in Fig. 10 abgebildet ſind, und welche wir uns zuerſt nicht erklären konnten, die aber nur davon herrührten, daſs die Gränzcurve an einigen Stellen wegen ungleicher Höhe des Sandes ſich weniger hob, und alſo den Rand der Wellen zuweilen ſehn ließ. Auch die oberhalb der Gränzcurve zuweilen nur eben ſichtbar werdenden Dünen haben uns manchmal einen ähnlichen Anblick gelblicher in der Luft ſchwebender Wölkchen gewährt; nur daſs dieſe feſt an ihrer Stelle blieben, die von den Wellen erzeugten dagegen beweglich waren, wie die Wogen.

Ein Grund aber, der mich bewegt anzunehmen, dafs die Trajectorien nicht ganz gegen die Erde convex waren, ist, dafs die beiden obern Bilder der Schiffe, deren höchstes aufrecht stand, das andre umgekehrt, sich oft vollständig bis auf das Wasser herab zeigten. Unsere Erfahrungen zu Dünkirchen lehren aber, dafs bei *blofser* Erwärmung der untern Luftschichten, oder bei durchaus unterwärts convexen Trajectorien, die Gränzcurve sich in gröfsern Entfernungen mehr erhebt, und die *untern* Theile der Gegenstände immer mehr verbirgt, je weiter sie sich entfernen; wie den Menschen in Fig. 4. Taf. III.

Aus den Beobachtungen des Hrn. Vince läfst sich ferner darthun, dafs die Gränzcurve in diesen Fällen nicht aus einem einzigen Aste, sondern aus zweien Aesten bestand, die in einem Rückkehrpuncte zusammentrafen; und von denen der niedrigste Ast sich bei zunehmender Entfernung vom Beobachter der Meeresfläche näherte. Denn Vince sah zwei vollständige Bilder eines Schiffes, die sich mit den untern Theilen des Schiffskörpers berührten; und diese untern Theile mufsten also gerade auf der Gränzcurve ruhen. Dagegen sah er andre, die sich mit den Mastspitzen berührten; für diese mufste also ein Ast der Gränzcurve gerade durch die Spitze des Mastes gehn, und das ganze Schiff unter ihr seyn. Je mehr sich das Schiff von dem Beobachter entfernte, desto weiter traten die durch diese beiden Aeste bestimmten Bilder des

Schiffes aus einander; folglich mufsten die beiden Aefte der Gränzcurve felbft fich bei zunehmender Ferne immer mehr von einander entfernen, welches eine Geftaltung andeutet, die durch eine Verbindung zweier, nach entgegengefetzter Richtung abnehmenden Dichtigkeiten der Luftfchichten hervorgebracht wird.

Da diefe unmittelbar aus den Beobachtungen gezogene Folgerung ganz übereinftimmt mit dem, was wir von der abnehmenden Temperatur während diefer Erfcheinungen bemerkt haben, fo glaube ich es als fehr wahrfcheinlich annehmen zu dürfen, dafs während der Zeit, als Hr. Vince beobachtete, das Meer wärmer als die Luft war, und folglich die unterften Luftfchichten vom Meere an bis zu einer geringen Höhe an Dichtigkeit zunahmen, dann aber in gröfsern Höhen fo ftark an Dichtigkeit abnahmen, dafs fie nach oben hin Bilder machen konnten. Der Beobachter befand fich in diefen oberen Schichten; denn Hr. Vince beobachtete aus 25 und aus 80 Fufs Höhe. Wir haben oben diefen Fall zweier entgegengefetzten Zuftände der Dichtigkeit der Luftfchichten fchon etwas näher betrachtet, und gefehn, dafs die vielfachen Bilder, welche wir auf dem *Defierto de las Palmas* und zu *Cullera* in Spanien wahrgenommen haben, und die mit den von Hrn. Vince befchriebenen in genauem Zufammenhange zu ftehn fcheinen, fehr leicht zu erklären find. Wir wollen daher dem dort Auseinandergefetzten zu Folge annehmen

dafs die Gränzcurve eine Form wie VRV' (Fig. 12) gehabt habe. Es ſei AMH ein Theil der Oberfläche der Erde, O der Beobachter, OMV die äuſserſte, die Meeresfläche berührende Trajectorie, ſo muſsten ſich folgende Erſcheinungen darbieten. Ein Schiff SQ befinde ſich etwas jenſeits des ſichtbaren Horizonts, deſſen äuſserſter Punct M iſt, und nicht weit davon befinde ſich der Rückkehrpunct R der Gränzcurve; ſo wird die Gränzcurve mit ihrem zweiten Aſte den untern Theil des Schiffs abſchneiden, der folglich mit allem, was unterhalb der Gränzcurve liegt, keine directe Strahlen zum Auge ſenden kann. Der obere Theil giebt dagegen *ein* aufrechtes Bild (A) vermöge einer Trajectorie, die TV jenſeits des Gegenſtandes berührt; dieſes Bild iſt von unten durch die Trajectorie MV begränzt, und ſcheint auf dem Horizonte zu ruhen. Zu gleicher Zeit erhält der Beobachter von dem oberen Theile SP des Maſtes, der oberhalb der Gränzcurve RV' liegt, noch zwei Bilder, ein umgekehrtes (B) vermöge einer TR und RP' berührenden Trajectorie, und dieſes liegt oberhalb des vorigen; und ein aufrechtes (C) vermöge einer PV' berührenden Trajectorie, und dieſes liegt noch höher als (B).

Je mehr das Schiff ſich entfernt, deſto höher rückt der zweite Arm der äuſserſten Trajectorie; aus dieſem Grunde verkleinert ſich der im untern Bilde (A) ſichtbare Theil, und ſcheint unter den Horizont hinabzurücken; zugleich aber kömmt es dem

Beobachter vor, als ſtiegen (B) und (C), weil die Trajectorien, denen ſie ihre Entſtehung verdanken, niedrigere entferntere Puncte von RV′ berühren, und folglich um ſo tiefer in das Medium eindringen. Bei immer zunehmender Entfernung des Schiffes gelangt es endlich bis nach H, wo der Aſt RV′ in die Meeresfläche einſchneidet. Hier wird vielleicht vom Bilde (A) nur die äuſserſte Spitze der Maſten erſcheinen; (B) und (C) aber werden ganz oder beinahe vollſtändig ſeyn, und ſich immerfort berühren, weil ſie auf derſelben Gränzcurve ruhen. Dieſe können dann den Körper des Schiffes zeigen, und erſcheinen hoch oberhalb (A) in der Luft ſchwebend, ſo wie Hr. Vince es in ſeiner erſten Figur (a. a. O. Taf. I) abbildet, welche man hier auf Taf. V in Fig. 13 ſieht.

Gäbe es eine Stelle, wo die Gränzcurve RV′ in das Innere des Meeres eindränge, ſo würde ein jenſeits H befindliches Schiff nicht mehr auf der Gränzcurve ruhen, und zwiſchen den Bildern (B) und (C) würde man einen Theil des Meeres ſehen. Dieſer Fall, den Vince wirklich beobachtet hat (ſeine Fig. 4), kann ſich wenigſtens ereignen, wenn die Schichten von gleicher Brechungskraft nicht ſphäriſch ſind; und daſs ſie das nicht ganz waren, erhellt aus Hrn. Vince's Beobachtungen. Denn Schiffe, welche gleich hoch über dem Horizont erſchienen, zeigten ſich ſehr ungleich, zuweilen fehlte das obere, zuweilen fehlten beide obere Bilder, und dieſer Wechſel fand bei demſelben Gegenſtande auch von einem Augenblick zum andern Statt.

Die Nachbarſchaft des Landes, welches ſich mehr als die Meeresfläche erhitzt, iſt ſehr dazu geeignet, die regelmäſsige Form der Schichten zu ſtören. Hr. von Humboldt fand z. B. zu Cumana, daſs die beiden Enden der Inſel *la Boracha* in ihren doppelten Bildern ungleich erſchienen, was ſich auch aus der geringern Temperatur des Meerwaſſers am nördlichen Ende, und der höhern Temperatur der ſüdlich angränzenden Inſel *Picuita* gut erklären lieſs. Auch bei Hrn. Vince's Beobachtung muſste die Abnahme der Temperatur über dem Lande langſamer ſeyn, als oberhalb des Meeres. Dieſer Umſtand oder ein ähnlicher konnte verurſachen, daſs einige Trajectorien ihr Maximum der Höhe nicht regelmäſsig erreichten, während andre, mehr vorwärts nach dem Meere liegende, es wirklich erreichten. In dieſem Falle muſste ein Theil der Gränzcurve, und zwar ein Theil von RV verſchwinden; das oberſte Bild (C) konnte alſo aufhören ſich zu bilden, wenn das Schiff nahe kam, während das Bild (B) noch immer ſichtbar blieb, indem die Trajectorien, wodurch es gebildet wurde, niedriger lagen.

Bei dem einen Gegenſtande, der ziemlich nahe war, und deſſen oberes Bild (C) ganz, und auch der höchſte Theil des mittlern Bildes (B) fehlten (ſeine Fig. 3), bemerkte Hr. Vince, daſs abwechſelnd bald mehr, bald weniger vom zweiten Bilde ſichtbar wurde. Dieſes konnte geſchehen, wenn das Schiff dem Rückkehrpuncte R nahe war; denn die Lage dieſes

Punctes mufste sich bei den geringsten Undulationen einer ungleich erwärmten Atmosphäre sehr merklich ändern. Hr. Vince bemerkte, dafs das Bild (B) mit (A) in Berührung blieb, bis (B) sich völlig gebildet hatte, und dann erst anfing sich davon zu trennen. Hieraus erhellt, dafs der Ast RV der Gränzcurve bis zu dieser Entfernung beinahe kreisförmig war, und sich dann erst höher über das Meer erhob. Endlich läfst sich auch das Verschwinden der Bilder, dessen Hr. Vince erwähnt, wohl erklären. Nahm nämlich die Temperatur ab, so rückte der Punct, wo die äufserste Trajectorie das Meer berührt, mehr in die Ferne; der obere Theil des Schiffes wurde folglich in (A) bis auf eine gröfsere Tiefe sichtbar, oder das Schiff schien über den Horizont herauf zu steigen. Zugleich verschwand (C), und zwar zuerst der Mast, dann der Rumpf, und (B) senkte sich gegen (A) herab, — ganz wie eine Abnahme der Temperatur-Unterschiede es erfordert. Doch es fehlt uns zu sehr an genauen Bestimmungen bei der ganzen Erscheinung, um sie völlig zu erklären; wir müssen uns also begnügen, nur alle Hauptpuncte durch eine passend scheinende Hypothese dargestellt zu haben *).

*) Ich habe in meinen Beobachtungen über die Strahlenbrechung S. 121 diese Beobachtungen von Hrn. Vince etwas anders zu erklären gesucht, und ich mufs auch jetzt noch gestehn, dafs ich keinen Grund einsehe, warum wir die Oberfläche des Meeres für wärmer halten sollen, als die in geringer Höhe folgenden Schichten, da es doch durchaus nöthig ist, in gröfserer Höhe wieder eine

5.

Verhältniſſe der Abmeſſungen der Bilder; Erklärung des Schwebens.

Ich habe in dieſem Abſchnitte eine Menge auffallender Erſcheinungen zu erzählen, welche wir, Hr. Mathieu und ich, zu Dünkirchen beobachtet, und mit dem Wiederholungskreiſe genau gemeſſen haben; ſie mögen hier nach der Zeitfolge ſtehn.

Als wir das erſte Mal dieſe Erſcheinungen ungewöhnlicher Strahlenbrechung wahrnahmen, befanden wir uns auf dem Strande bei Dünkirchen in der Höhe der vollen Fluth. Nach Weſten hin ging der Geſichtskreis über einer ähnlichen Sandfläche hin, die am Horizonte Thürme, Häuſer, Bäume und Sanddünen zeigte. Dieſe Gegenſtände erblickten wir ſo, wie ſie auf Taf. VI in Fig. 14 abgebildet ſind. Der uns am nächſten liegende Kirchthurm A

wachſende Temperatur anzunehmen. Da die Biot'ſchen Unterſuchungen den Fall, da in ziemlicher Höhe ein Minimum der Dichtigkeit Statt findet, nicht beſonders erörtern, ſo läſst ſich hier die Frage, wie in ſolchem Falle die Erſcheinungen ſich ergeben würden, nicht durch Angabe der Trajectorien und Gränzcurven auflöſen; ich behalte mir daher vor, die Unterſuchung an einem andern Orte ausführlich anzuſtellen. — Daſs gewöhnlich gegen Abend nach heiſsen Tagen die Luft nahe an der Erde am kälteſten iſt, glaube ich bei Gelegenheit meiner eignen Beobachtungen zureichend erwieſen zu haben, ſo wie es auch aus dieſen erhellt, daſs die Verdoppelung der Bilder oberwärts immer nur bei ſtarker poſitiver Refraction Statt findet; ich habe alſo wohl Grund genug, zu glauben, daſs die Erklärung jener Phänomene auf eine etwas andere Weiſe, als die hier von Hrn. Biot angegebene, möglich ſeyn muſs. *Br.*

zeigte ſich nicht als in der Luft ſchwebend, und man erkannte im Fernrohr deutlich die Bäume und Häuſer bis an ſeinen Fuſs; von dem weiter entfernten rechts liegenden Thurme ſah man nur das Stück BB', und zwiſchen B' und dem ſcheinbaren Horizonte einen Luftſtreifen FH, der die Farbe des Himmels hatte, doch glänzender war. Das ſtarke Zittern und Wellen dieſes Gegenſtandes, beſonders in B', und des Bodens machten, daſs der Thurm als eine dunkle, ſchwärzliche, nur oben und an den Seiten gut begränzte Maſſe erſchien, in der ſich keine Theile unterſcheiden lieſsen, und erlaubte nicht, in dem untern Theile ein deutliches Bild des obern Theiles zu erkennen. C iſt eine zweite höhere Thurmſpitze, und aaaa ſind die Gipfel von Bäumen, die ohne Stamm erſchienen. Dieſes fand Statt bei 0,61 Meter (2 Fuſs) Höhe des Auges über dem Sande. Erhob man dagegen das Auge bis zu 1,8 Meter (5½ Fuſs) Höhe, ſo ſah man neben den vorhin nur ſichtbaren Gegenſtänden auch die niedrigen, um ihren Fuſs liegenden, und den Boden, worauf ſie ſtanden, wie in Fig. 15; dieſer aber ſchwebte nun in der Luft, indem der Luftſtreif FH ihn von dem ſcheinbaren Horizonte trennte; deutliche umgekehrte Bilder ſah man nicht. Bückte man ſich langſam herunter, ſo verlor ſich allmählig der Boden, worauf die Gegenſtände ſtanden, und ihr Fuſs, und alles erſchien wieder wie in Fig. 14; beſonders auffallend war dieſes an dem kleinen Hauſe D, das ſich im Fall

von Fig. 15. sehr deutlich zeigte, sich aber bei dem Annähern des Auges an dem Boden allmählig immer mehr verlor, bis es sich in dem über dem Horizonte schwebenden Luftmeere ganz versenkte.

Diese Veränderungen der Erscheinung mit der Höhe des Auges erklären sich aus meiner Theorie sehr leicht. Wird das Auge dem Boden genähert, so rückt der Punct, wo die äusserste Trajectorie den Boden berührt, näher an den Beobachter heran, und zugleich die stets in diesem Berührungspuncte anfangende stetige oder unterbrochne Gränzcurve. Und da diese weiter ab immer höher über dem Boden ansteigt, so erreicht und bedeckt sie dann Gegenstände, die sich zuvor über ihr befanden, als sie von einem entferntern Puncte des Bodens ausging.

Ich habe im Hafen von *Denia* im mittelländischen Meere, am Bord einer kleinen algierschen Schebecke ähnliche Erscheinungen wahrgenommen. Sitzend sah ich Schiffe, die auf dem offnen Meere segelten, mit einem umgekehrten Bilde des Schiffkörpers und des untern Theils der Segel unter ihnen, welches der scheinbare Horizont scharf abschnitt, so dass das Schiff und das abgeschnittene Bild auf demselben zu ruhen schienen. Stand ich dann allmählig auf, so rückte der scheinbare Horizont sichtlich weiter ab und längs des umgekehrten Bildes herauf, wobei von diesem immer mehr verschwand, bis er den Körper des Schiffs selbst erreichte, und endlich über diesen noch bedeutend

hinauf ſtieg. Setzte ich mich aufs Neue, ſo waren die erſten Erſcheinungen wieder da.

Bei den Erſcheinungen zu Dünnkirchen, verſchwanden die Gegenſtände, wenn das Auge dem Boden näher gebracht wurde, nicht in einer ſo regelmäſsigen Horizontallinie, ſondern ſie ſpalteten ſich, ſo zu ſagen, und verſchwanden an einigen Stellen eher als an andern; wahrſcheinlich wegen des Wellens des Bodens, und ungleicher Wärme der unterſten Luftſchicht in gleichen Höhen. Die Baumgipfel in Fig. 14 Taf. VI waren manchmal nur Stellenweiſe ſichtbar, oder verſchwanden plötzlich unter der Linie FF und kamen plötzlich über ſie wieder hervor. Wahrſcheinlich durchſchnitt ſie die Gränzcurve, und war bald über bald unter ihnen, vermöge der beſtändigen Veränderungen, welche ſie erleidet. Beim Zurücktreten des Meeres, wenn die Sonne den verlaſsnen Strand erwärmte, und ſtarke Verdünſtung und heftige Zitterungen bewirkte, ſah man manchmal im Fernrohr *Wellen* vom Meere nach dem Sande zulaufen, und mitten in dem Luftmeer in der Gränzcurve verſchwinden, wie Fig. 11 Taf. V zeigt. Auch bemerkten wir, daſs *Seevögel*, die ſich im Fliegen dem ſcheinbaren Horizonte näherten, wenn ſie eben im Begriff waren ſich in dieſen zu tauchen, doppelt erſchienen, mit einem ungekehrten Bilde unter ihnen, wie Fig. 16 Taf. VI. zeigt. Dieſe Bilder zeigten ſich nie dieſſeits, ſondern immer nur jenſeits des ſcheinbaren Horizontes. Manchmal verſchwanden die Vögel plötzlich noch

ehe wir ſie doppelt geſehn hatten; ohne Zweifel tauchten ſie ſich dann in den Theil der äuſserſten Trajectorie ein, welcher zwiſchen dem Boden und dem Anfangspuncte der Gränzcurve lag, die durch die Durchſchnittspuncte der höher liegenden Trajectorien gebildet wird. Denn in dieſem erſten Theile der äuſserſten Trajectorie verſchwinden die Gegenſtände ohne umgekehrt zu werden. Es war übrigens ein gar ſonderbarer Anblick, Schaaren von Vögeln, die ſich dem Horizonte ſchnell näherten, plötzlich verdoppelt zu ſehn.

Während der ganzen Zeit dieſer Dünkircher Beobachtungen ſahen wir etwas rechts von den vorhin beſchriebnen irdiſchen Gegenſtänden etwas, das einer Inſel glich (Fig. 17), und einen ſehr langen Pfeile G_1 welcher unſtreitig ein ſpitzer Kirchthurm war. Daneben ſah man einen ſtumpfen Kirchthurm E. Beide ſchwebten in der Luft, und hatten deutlich zu erkennende umgekehrte Bilder ihres untern Theiles unter ſich. Die gelbliche Inſel beſtand aus den Gipfeln der Sanddünen (und deren umgekehrten Bildern), ſo weit dieſe über die Gränzcurve cc herausragten, welche ſich durch das Zuſammenſtoſſen der aufrechten und der umgekehrten Bilder in dieſem Falle ſehr beſtimmt gab.

Bei Sonnen-Untergang verſchwanden dieſe Erſcheinungen, und es lieſs ſich nicht mehr weder ein Schweben noch eine Umkehrung der Gegenſtände erkennen.

Schlechtes Wetter erlaubte uns nicht, diese Erscheinungen vor dem 7. März 1809 wieder zu sehn; dann aber beobachteten wir sie von einem Standpuncte aus, der nicht weit von unserm vorigen lag, auf dem Strande, den die Ebbe entblöfst, und niedriger als jener war, welches die Erscheinungen sehr begünstigte. Hier schien am Morgen die vorige Gegend weit höher schwebend und mit umgekehrten Bildern; und das Bild des Kirchthurms reichte fast bis an den scheinbaren Horizont herab, und berührte ihn dann und wann, war aber äufserst unbestimmt, schlecht begränzt und abgeplattet, indefs die in der Luft schwebenden umgekehrten Bilder der Dünen-Gipfel gut und scharf begränzt erschienen. Fig. 18 zeigt diese Erscheinung, wie wir sie an Ort und Stelle gezeichnet haben.

Vermöge der Uebereinstimmung der Umrisse liefs sich die Linie cc sehr genau bestimmen, in welcher die aufrechten und umgekehrten Bilder zusammenstiefsen, und in welcher folglich die Oberfläche der Gränzcurve die Dünen durchschnitt. Diese Linie war genau horizontal, nach Anzeige des Querfadens des Fernrohrs; welches auf eine grofse Entfernung aller dieser Gegenstände deutet. Der untere Theil der Dünen lag unter der Gränzcurve, wie der untere Theil des Menschen in Fig. 4 Taf. III; und dafs in diesen Fällen gleich hohe Theile des Gegenstandes in dem umgekehrten Bilde desto kleiner werden, je tiefer sie in demselben liegen, habe ich durch Beobachtungen gezeigt. Da-

her die Abplattung der Spitze des Kirchthurms in dem umgekehrten Bilde. Meſſungen der Abſtände vom Zenith der verſchiedaen Theile des Bildes mittelſt des Wiederholungskreiſes haben uns folgende Gröſsen gegeben *).

Depreſſion des ſcheinbaren Meerhorizontes, wenn man auf das offene Meer ſah, 4 Beobacht.	2′ 52″,3	
Depreſſion des ſcheinbaren Horizontes auf d. Sande AA′, 6 Beob.	6′ 42″,7	14′ 36″,95
Zenithdiſtanz d. Thurmſpitze E 90°	− 7′ 54″,25	
Verticale Höhe des aufrechten Bildes dieſes Thurms, 5 Beobacht.	8′ 54″,6	14′ 36″,4
Verticale Höhe des umgekehrten Bildes deſſelben, 5 Beobacht.	5′ 41″,8	

Dieſer Thurm war nach genauer Meſſung 8384 Meter von unſrer Station entfernt; das Terrain ſtieg nach dieſer Richtung hin um 1′ 15″ an, wie ſchon oben angeführt iſt. Alles Land nach Nordweſt, das den Abend zuvor geſchienen hatte in der Luft zu ſchweben, war jetzt verſchwunden, und völlig unſichtbar, befand ſich alſo unterhalb der Gränzcurve.

Der folgende Tag, von allen der günſtigſte, zeigte das Phänomen noch in einem ſtärkern Grade. Die Temperatur der Luft über dem Sande war etwas höher, 1 Meter über dem Sande aber ein wenig niedriger, als Tags zuvor. Die Dünen vor

*) Das Barometer ſtand auf 0,7744 Meter, das Thermometer in der Luft in der Höhe des Fernrohrs auf + 6°,3 C., auf dem Sande in der Sonne auf + 11°,5; der Himmel war heiter, und ſchwacher Nordwind.

dem Thurme waren unſichtbar, und lagen alſo unter der Gränzcurve; nur dann und wann kam ihr Gipfel über ihr zum Vorſchein, und zeigte ſich wie ein Dunſtſtreifen, der an dem Thurme genau die Stelle nachwies, wo die Gränzcurve ihn durchſchnitt (F. 19). Jetzt lag alſo die Gränzcurve höher; zugleich war aber auch der ſcheinbare Horizont niedriger, und folglich dem Beobachter näher, als Tags zuvor; welches ganz meiner Theorie entſpricht. Wir fanden die

Depreſſion des ſcheinbaren Horizonts in der Gegend des Thurms, AA', nach 6 Beobb.	6′ 57″,41
Entfernung der Gränze der beiden Bilder, (wo das aufrechte an das umgekehrte gränzte,) vom ſcheinb. Horizonte, 4 Beobb.	7′ 48″,7
Verticale Gröſse des aufrechten Bildes des Thurms, 4 Beobachtungen	8′ 34″,2
— — des umgekehrten Bildes deſſelben	5′ 35″,1
Zenithdiſtanz der Spitze des Thurms	90° — 9′ 25″,5

Der ſcheinbare Horizont lag noch 2′ 13″,6 niedriger, als das verkehrte Bild der Thurmſpitze.

Daſs bei dieſen Beobachtungen der Sand etwas wärmer, und die Luft höher herauf etwas weniger warm, als bei den vorigen war, machte, daſs die irdiſche Strahlenbrechung jetzt etwas ſtärker war, und die Thurmſpitze um 31″ höher als den Tag zuvor erſchien. Deſſen ungeachtet war der Abſtand dieſer Spitze von der Gränzcurve jetzt kleiner, da dieſe Curve ſich bedeutend gehoben hatte. Der Trennungspunct der Bilder, CC', lag 51″,3 über der Horizontallinie des Beobachters, welches daher

rührte, dafs die Sandfläche vom Beobachter abwärts etwas anftieg, und ſo alſo auch die Luftſchichten; denn bei horizontalen Schichten wäre dieſes unmöglich geweſen.

Am 10. März war das Phänomen ſchwach, aber die Bilder waren ohne erhebliche Zitterung ſehr beſtimmt. Wir machten folgende Beobachtungen:

Bei 1,15 Meter Höhe des Beobachtungskreiſes,

Zenithabſtand des ſcheinb. Horizonts AA'	3' 56",5
Zenithabſtand der Thurmſpitze E	90° — 8' 20
Zenithabſtand der Trennungslinie CC der Bilder	90° + 0' 30"
alſo aufrechtes Bild des Thurms =	8' 50"

Bei 0,61 Meter Höhe des Beobachtungskreiſes,

Zenithabſtand der Thurmſpitze	90° — 8' 14"
Zenithabſtand der Trennungsgränze der Bilder	90° — 1' 33"
alſo aufrechtes Bild	6' 41"

Die Gränzcurve traf alſo den Thurm in deſto gröſſerer Höhe, je tiefer das Auge ſich befand. Dieſes rührte von der Annäherung des Anfangspunctes der Gränzcurve, oder vielleicht auch von zufälligen, im Terrain ihren Grund habenden Beugungen derſelben her.

Dieſe Beobachtungen gaben über alle Hauptpuncte des Phänomens hinreichende Aufſchlüſſe; aber wir wünſchten noch den ganzen Verlauf der Erſcheinung, wie ſie anfange und wie ſie endige, zu beobachten. Am 19ten März gelang uns dieſes vollkommen, und wir entdeckten zugleich die Urſache der ſehr oft vorkommenden Erſcheinung,

daſs die Gegenſtände wie *ſchwebend*, aber *ohne* umgekehrte Bilder ſich zeigen. An dieſem Tage ſtand

das Thermometer auf dem Sande und in der Sonne + 13,4 C.
daſelbſt im Schatten 11,8
Auf 1,15 Meter Höhe im Schatten 11,3
Im Meere nahe am Ufer + 7,8
Barometer = 0,76474. Thermom. am Barom. = 14°,3.

Wir nahmen unſere gewöhnliche Stellung ein; des Kreiſes Mittelpunct war 1,15 Meter über dem Boden. Der über dem Sande ſichtbare Horizont war um 4′ 27″,16 deprimirt; das umgekehrte Bild des Thurmes war nur zum Theil ſichtbar, und die Gränze beider Bilder (oder der Punct, wo die Gränzcurve den Thurm traf,) lag nur 8″ über dem Horizonte. Entferntere und niedrige Gegenſtände zeigten ein vollſtändiges umgekehrtes Bild, und ſchienen in der Luft zu ſchweben.

Wegen des wachſenden Waſſers muſsten wir eine andere Station wählen, welche von der Fluth nicht erreicht wurde. An dieſem höheren Standpuncte war die Erſcheinung der doppelten Bilder ſchwächer, aber doch an den Dünen und den entfernten Küſten gegen Weſten hin ſehr kenntlich. Dieſe vom Meere ungleich entfernten Gegenſtände gaben uns Vergleichungspuncte, um den Einfluſs zu bemerken, welchen das den Sand nach und nach bedeckende kältere Meerwaſſer hervorbrachte. Das Meerwaſſer war bedeutend kälter als der Sand-

boden, da es nur eine Wärme von 7°,8 hatte, und ſelbſt kälter als die Luft in der Höhe, wo wir beobachteten, die beinahe 12° warm war. Dieſem Umſtande ganz entſprechend fand ſich auch der über der Meeresfläche geſehene Horizont nicht deprimirt, ſondern 2″ *oberhalb* der Horizontallinie durch unſer Auge; und doch ſtand der Kreis in unſerm neuen Standpuncte 1,49 Meter über dem Boden, der ſelbſt im Niveau der hohen Fluth war. Der Gang des Phänomens war nach unſerm an Ort und Stelle geſchriebnen Beobachtungs-Regiſter folgender: So wie das Meer im Steigen den Sand gegen unſere rechte Seite hin bedeckte, nahm die Spiegelung der dort liegenden Gegenſtände ab; das umgekehrte Bild wurde kleiner, blieb aber vollſtändig, und erreichte den Rand des Horizontes nicht. Das untere Bild plattete ſich bei fortdauerndem Steigen des Meeres immer mehr ab, die Umriſſe wurden undeutlicher, die Gegenſtände ſchienen endlich faſt durch eine gerade horizontale Linie, in der man kaum noch Hervorragungen bemerkte, abgeſchnitten, und endlich fiel dieſe Linie mit dem Rande des Horizontes ſelbſt zuſammen. Man konnte dieſe Abnahme der Bilder ſehr deutlich bemerken; man ſah auch den ſcheinbaren Horizont ſich an unſrer rechten Seite allmählig erheben und endlich die ſchwebenden Gegenſtände erreichen, während diejenigen, welche weiter links vom Meere entfernter lagen, noch deutlich umgekehrte Bilder zeigten, die jedoch auch immerfort abnahmen. Dieſes gab

dem Horizont eine gekrümmte Geſtalt, und während wir an einem Puncte die Depreſſion deſſelben 2′ 25″,39 fanden, ragte er an andern um 0′ 0″,99 über der wahren Horizontallinie hervor.

Dieſe Erſcheinungen eines Schwebens der Gegenſtände, ohne daſs ein umgekehrtes Bild kenntlich war, dauerten ſo lange, als das Meer jene Gegend des Strandes bedeckte. Als das Meer ſich von dem Sande zurückzog, zeigten ſich alle jene Erſcheinungen in umgekehrter Ordnung wieder. Der Luftſtreifen unter den Gegenſtänden wurde breiter, oder vielmehr der Horizont ſank, die Umriſſe der umgekehrten Bilder wurden beſtimmter und dieſe Bilder ſelbſt weniger abgeplattet, aber der Horizont auf der Höhe des Meeres behielt immer die Höhe, welche der geringen Temperatur des Waſſers entſprach.

Dieſe Beobachtungen zeigen, daſs bei dem anſcheinenden Schweben der Gegenſtände allemal ein umgekehrtes Bild da iſt, aber oft ſo klein, daſs man es nicht bemerkt. Auch läſst ſich dieſes aus dem Luftſtreif ſchlieſsen, der ſich unterhalb der Gegenſtände zeigt, und der nichts anders ſeyn kann, als das umgekehrte Bild des oberhalb liegenden Himmels. Denn wenn am Himmel ein umgekehrtes Bild entſteht, müſſen auch die Spitzen der Gegenſtände durch dieſelben Lichtſtrahlen umgekehrt dargeſtellt werden, und werden nur deshalb nicht geſehn, weil dieſe Bilder nach ſenkrechter Richtung zu klein ſind, um wahrgenommen zu werden.

Wir haben bei einigen unſrer Beobachtungen bemerkt, daſs bei ſehr niedriger Stellung des Auges das untere Bild unmerklich war, und der Gegenſtand blos als ſchwebend erſchien; daſs aber bei gröſserer Erhöhung des Auges über dem Boden das untere Bild ſich verlängerte, und ſich bis an den Horizont, der ſich doch auch ſenkte, herab erſtreckte. Auch das *dritte* Bild haben wir bei einem entfernten Gegenſtande bemerkt. Eine kleine, 4236 Meter entfernte Hütte zeigte, wie gewöhnlich, ein aufrechtes, und darunter ein umgekehrtes Bild; aber unter dieſem ſah man noch ein ſehr flaches drittes Bild, deſſen oberwärts gekehrte Convexität nur verrieth, daſs es ein aufrechtes Bild war (ſiehe Fig. 20). Vielleicht trugen die Ungleichheiten des Bodens bei, dieſes Bild ſichtbar zu machen, indem ſie die Aeſte der Gränzcurve vervielfältigten.

Daſſelbe Haus hat uns, von unſerm erſten Standpuncte aus geſehn, lange Zeit durch die ſonderbare Art, wie es erſchien, in Verlegenheit geſetzt. Es projicirte ſich auf einer Gruppe von Sanddünen, die 5704 Meter von uns entfernt waren, und zeigte ſich zugleich mit ihnen durch Luftſpiegelung als eine gelbliche ſcharf begränzte Wolke am Himmel, die in ihrer Mitte eine Art von ovalem Fleck mit ſchwarzen Rändern hatte, wie man in Figur 21 ſieht. Wir konnten ſchlechterdings nicht begreifen, welcher Gegenſtand ſich ſo ſonderbar zeigen, und wie ein runder Sandhügel zu

einem ſolchen Schatten kommen könnte. Erſt durch Beobachtung der Veränderungen des ſonderbaren Ausſehns entdeckten wir, daſs der ſchwarze Fleck nichts anders als die Vorderſeite dieſes Hauſes ſey, worauf das hervorſpringende Dach einen ſtarken Schatten gerade dahin warf, wo das bei einem runden Körper am wenigſten der Fall geweſen ſeyn würde. Man kann hieraus abnehmen, wie ſehr die Gegenſtände entſtellt, und wie ungewiſs das Urtheil unter dieſen Umſtänden werde, wo die Luftperſpective dem Auge nicht zu Hülfe kömmt, welche durch das ſtarke Wellen der Luft ganz und gar vernichtet wird.

Theoretiſche Erklärungen.

Um im Allgemeinen zu überſehen, wie die umgekehrten Bilder ſo abgeplattet werden können, wollen wieder eine unterwärts abnehmende Dichtigkeit der Luftſchichten vorausſetzen; aber annehmen, daſs es eine Gränze gebe, oberhalb welcher die Dichtigkeit beſtändig iſt. Wir wollen ferner ſetzen, die Gränzcurve erhebe ſich bis über die Schichten von veränderlicher Dichtigkeit, welches den Erſcheinungen gemäſs iſt, und dieſes finde in der Gegend Statt, wo die Gegenſtände liegen, deren umgekehrte Bilder man beobachtete.

Zieht man nun vom Auge des Beobachters aus in den Schichten von gleicher Dichtigkeit eine gerade Linie als Axe der Abſciſſen x, ſo wird ein un-

ter dem Winkel I gegen ſie geneigter, vom Auge des Beobachters ausgehender Strahl in die ungleich dichten Schichten eindringen, ſich krümmen und ſie wieder verlaſſen. Er wird die Axe der x abermals in einer Entfernung $= A$ ſchneiden, welche eine Function von I iſt, und auſserdem von der Form der Schichten und dem Geſetz der Dichtigkeiten abhängt. Sind die Schichten eben, ſo wird der Strahl beim Heraustreten wieder unter dem Winkel I gegen jene Axe geneigt ſeyn; wenn aber die Schichten willkührlich gekrümmt ſind, wird dieſe Neigung I′ von I verſchieden, jedoch von I abhängig ſeyn. Beziehen wir alles auf Coordinaten x, z, die gegen einander rechtwinklich ſind, ſo iſt nun für den geraden Theil des Strahles, nachdem er die veränderlichen Schichten verlaſſen hat, $x = A + \frac{z}{\text{tang. } I'}$, wenn die z oberhalb der Axe poſitiv ſind. Erreicht nun dieſe Trajectorie einen innerhalb der homogenen Schichten befindlichen Punct, und es liegt ein andrer unendlich naher Punct auf derſelben Ordinate z, ſo erhält man für dieſen, weil für ihn x ungeändert bleiben ſoll,

$$o = \left(\frac{dA}{dI}\right) - \frac{z}{\text{ſin.}^2 I'} \cdot \left(\frac{dI'}{dI}\right) + \frac{1}{\text{tang. } I'} \cdot \left(\frac{dz}{dI}\right).$$

Nennen wir z′ die Höhe, wo der erſte Strahl die Gränzcurve ſchneidet, ſo iſt dieſes die Höhe des Durchſchnittes der beiden nächſten Trajectorien, und für dieſen Punct iſt $\left(\frac{dA}{dI}\right) = \frac{z'}{\text{ſin.}^2 I'} \left(\frac{dI'}{dI}\right)$.

Setzt man nun $z = z' + h$, so geben die beiden vorigen Gleichungen vereinigt

$$\frac{h}{\text{lin.}^2 I'} \left(\frac{dI'}{dI}\right) = \frac{1}{\text{tang.} I'} \cdot \frac{dz}{dI},$$

also $dI = \frac{\frac{1}{2} \cdot \text{lin.}_2 I'}{h \cdot \left(\frac{dI'}{dI}\right)} \cdot dz.$

Bei umgekehrten Bildern liegt der Durchschnittspunct zwischen dem Beobachter und dem Gegenstande, und z' ist kleiner als z, folglich h positiv. Geschehen nun, wie wir voraussetzen, die Durchschnitte oberhalb der ungleich dichten Schichten, so wächst I' mit I zugleich, und $\frac{dI'}{dI}$ ist positiv; folglich ist der ganze Coefficient $\frac{\frac{1}{2} \text{lin. } 2 I'}{h \cdot \left(\frac{dI'}{dI}\right)}$ positiv, und I wächst zugleich mit z. Auch ist bei gleichbleibendem I und h, dI dem dz proportional, und das umgekehrte Bild hat verhältnifsmäfsige Ungleichheiten, wie das aufrechte Bild. Wie sich die verticalen Abmessungen des umgekehrten Bildes zu denen des aufrechten (eigentlich zu den Abmessungen des Gegenstandes selbst) verhalten, ergiebt der Coefficient $\frac{\frac{1}{2} \cdot \text{lin. } 2 I'}{h \cdot \left(\frac{dI'}{dI}\right)}$. Wären z. B. die Schichten Ebnen, so würde $dI' = dI$ $I' = I$ und $dI = \frac{\frac{1}{2} \text{lin. } 2 I}{h} \cdot dz$ seyn. Denken wir uns nun einen horizontalen Kreis, in dessen Centro der Beobachter steht, und der in der Höhe $= z$

liegt, ſo ſollte bei beſtimmter Temperatur jeder Punct dieſes Kreiſes in der Höhe = I erſcheinen; die mehr oder minderen Hervorragungen des Bildes hängen von $\frac{dI}{dz}$ ab. Vermindert ſich nun die Wärme, ſo ſenkt ſich die Gränzcurve näher gegen den Boden herab, und h nimmt zu, indem I abnimmt, $\frac{dI}{dz}$ wird alſo aus doppeltem Grunde kleiner, und das umgekehrte Bild plattet ſich ab. Für I = 0 wird dI = 0, und das umgekehrte Bild verſchwindet oder wird auf ein unendlich niedriges zurückgeführt. Dieſes iſt der Fall eines ſcheinbaren Schwebens der Gegenſtände, wobei man kein umgekehrtes Bild bemerkt *).

6.

Scheinbare Vervielfachung des Horizontes ſelbſt.

Um kein mir bekanntes Phänomen der ungewöhnlichen Strahlenbrechung zu übergehn, will ich

*) Ich muſs geſtehn, daſs mir dieſes nicht ganz genügt. Der Luftſtreif unter den Gegenſtänden, wodurch ſie eben als ſchwebend erſcheinen, iſt doch ein Bild des hellen Luftraums oberhalb, und es müſste alſo allem Anſcheine nach ein *ſehr breiter* Ring des hellen Himmels, der in dieſes ſchmale Bild zuſammengedrängt erſcheint, fähig ſeyn, Strahlen auf dieſe Weiſe zum Auge gelangen zu laſſen. Es iſt aber aus dem hier Mitgetheilten nicht klar, wie bei geringen Unterſchieden der Temperatur die ziemlich hoch liegenden Theile des Himmels noch vermöge ſolcher Trajectorien geſehen werden können. — Wahrſcheinlich beruht dies auf einem beſondern Geſetze für die Abnahme der Dichtigkeiten, und es ließe ſich vielleicht darüber eine nähere Unterſuchung anſtellen. *Br.*

noch eine von Hrn. Mathieu und mir zu Dünkirchen beobachtete Erſcheinung anführen, nämlich daſs man auf dem Meere oft mehrere ſehr beſtimmte Horizonte einen über dem andern, und Luftſtreifen zwiſchen ihnen ſieht. Zuweilen ſieht man dieſe Zwiſchenräume ſich während der Beobachtung ſelbſt bilden, wenn man genau darauf achtet. Der dem Beobachter nächſte Theil des Meeres wird dunkler *(devient foncé)*, der entferntere wird blaſſer und verſchwindet. Die ganze Erſcheinung iſt ſelten dauernd, und die Horizonte ändern ihre Zahl und Lage ganz regellos. Zuweilen iſt die Erſcheinung ſo deutlich, daſs man die Höhe von dem einen oder von dem andern Horizonte an meſſen kann. Wir ſahen z. B. einmal zwei ſehr beſtimmte Horizonte, und auf dem entfernteſten ein Schiff ohne umgekehrtes Bild, wie es Fig. 22 darſtellt. Zuweilen ſchien das Schiff auch von dieſem Horizonte durch einen Luftſtreifen ein wenig getrennt. Wir beobachteten

die Depreſſion des niedrigſten Horizontes,
6 Beobachtungen 3′ 5″,4
des höheren, 6 Beobachtungen, o′ 52″,6
des untern Theils des über dem obern Horizonte ſchwebend erſcheinenden Schiffes, 4 Beobachtungen, = o′ 41″,8.

Der Mittelpunct des Wiederholungskreiſes ſtand 1,15 Meter hoch über dem Boden, und auch nicht viel höher über dem Niveau des Meeres.

Die geringe Depreſſion des obern Horizontes deutet auf eine erhebliche poſitive Refraction; die ſtarke Depreſſion des unteren auf eine negative. Der Grund dieſer Verſchiedenheiten lag vermuthlich in localen Ungleichheiten der Brechungskraft, und in den daher rührenden mannigfaltigen Krümmungen der Lichtſtrahlen. Die häufigen Sandbänke, die mehr oder minder mit Waſſer bedeckt werden, mögen wohl ſich ungleich erwärmen, und dieſes Phänomen bewirken. Auch ein nur an einzelnen Stellen entſtehender warmer oder kalter Lufthauch kann Erſcheinungen der Art bewirken. Wahrſcheinlich muſs man es dieſem Umſtande zuſchreiben, daſs bei veränderlichem Wetter gewöhnlich auf dem Meere verſchieden gefärbte Zonen erſcheinen, und der Horizont ſich vervielfacht zeigt.

Doch, wann würde ich fertig werden, wenn ich alle dieſe Erſcheinungen im Einzelnen verfolgen wollte! Mein Zweck iſt erfüllt, wenn ich den Hauptgrund dieſer mannigfaltigen Phänomene richtig ins Licht geſtellt habe.

IV.

Beobachtungen über die irdiſche Strahlenbrechung, angeſtellt auf der Inſel Malta.

von

Dangos, Correſp. des Inſtit. zu Toulouſe *).

— — Folgendes Ereigniſs trug ſich auf der Inſel *Malta* am 20. März 1784. zu. Gegen 1 Uhr Nachmittags erhob ſich in allen Straſsen das Geſchrei, es ſteige aus dem Canal von Malta eine Inſel hervor. Von den Terraſſen des Obſervatoriums ſah ich in der That ein ſehr weiſses, von Waſſer umgebnes Land, das ungefähr die Geſtalt eines ſenkrechten, unregelmäſsig abgeſtumpften Kegels hatte. Seeleute und Fiſcher waren ſchon abgefahren, um von ihr Beſitz zu nehmen. Die weiſse Farbe, die Geſtalt und beſonders die Lage dieſer Inſel, welche ſich genau in der Richtung des Zeichens nach dem Aetna fand, das ich vor langer Zeit gemacht hatte, liefsen mir in ihr ſehr bald den mit ewigem Schnee bedeckten Gipfel des Aetna erkennen, den ungewöhnliche Umſtände uns viel näher darſtellten, und zugleich bedeutend unter dem Niveau des Meers erniedrig-

*) Ausgezogen aus den *Mémoires préſentés à l'Inſt.* Vol. 1. p. 463. von Gilbert.

ten. Der aufserordentliche Zulauf des Volks, das sich auf meine Terrasse gedrängt hatte, machte es mir unmöglich, den Depressionswinkel zu messen; ihre Entfernung schätzten die Seeleute auf 4 bis 6 Lieues. Man erkannte sehr deutlich das Meer jenseits und rund um diese kleine Insel, und so dauerte diese Erscheinung ungefähr 30 Minuten, seitdem ich sie gesehn hatte.

Nachher fing diese Insel an allmählig höher zu werden, und endlich nahm sie ihre wahre Lage wieder ein. Man entdeckte nun den wahren Aetna und die Küsten von Sicilien, welche diesen ganzen Zeitraum über verborgen gewesen waren, und man sah sie den ganzen Abend über. Man hat diese Erscheinung auch auf den Inseln Cumino und Gozzo gesehn, welche von meinem Observatorio 8 bis 10 Lieues entfernt sind. Das Meer war ruhig, der Wind blies schwach aus NO, das Thermometer stand auf 14°,4, und mein 80 Meter über der Meeresfläche hängendes Barometer auf 27″9‴,45. Die Luft war feucht (ich hatte noch kein Hygrometer) und den ganzen Morgen, so wie den Abend vorher, hatte ein dicker Nebel geherrscht. *)

*) Im Juni 1788. habe ich die Höhe des Aetna mit dem Barometer gemessen, und sie nach Trembley's Formel auf 3326,085 Meter bestimmt. Hr. von Sauffure hatte mir am 13. Dec. 1784. geschrieben, er habe sie nach De Luc's Methode zu 1672½ Toisen gefunden. Im zweiten Bande seiner Reisen in die Alpen sagt er, er habe sie nach Trembley's Methode gefunden 1715. Toisen.

Meine Arbeit über die Strahlenbrechung, die mich ſeitdem zu vielen Beobachtungen auf Malta, und zu Syracus, Auguſta und Catanea veranlaſste, machte mich wünſchen dieſe Erſcheinung noch einmal zu ſehn, und ich hatte das Vergnügen, ſie am 17. April 1785 um 6 Uhr 10 Min. Morgens zu erblicken. Es zeigte ſich in der Richtung der Marke ein ſehr glänzender Punct mitten im Waſſer. Als ich darauf ein Nachtfernrohr richtete, erkannte ich ſogleich an ſeiner Geſtalt den Gipfel des Aetna. Dieſes Mahl glaube ich das Entſtehn und Wachſen der Inſel mit angeſehn zu haben. Sie entwickelte ſich und wuchs binnen 2 Minuten ungefähr bis zu derſelben Höhe an, in der ich ſie im vorigen Jahr geſehn hatte, ſchien mir aber noch näher zu ſeyn. Der Horizont des Meeres, der ſie umgab war ſehr rein und ſcharf. So beobachtete ich dieſe Erſcheinung 10 Minuten lang; ſie war noch beſtimmter und deutlicher als im vorigen Jahr, und es lieſs ſich daran gar nicht zweifeln. Die Inſel ſchien ſich dann zu entfernen und etwas höher zu werden; es trat ein Augenblick der Verwirrung ein, und als ich ſie in den Lüften ſuchte, fand ich ſie zu meiner Verwunderung an ihrer rechten Stelle. Der ganze Berg und die vorher unſichtbaren Küſten von Sicilien zeigten ſich bald völlig, und blieben den ganzen Tag über ſichtbar. Dieſes Mahl hatte ich die Depreſſion gemeſſen; ſie betrug 15′17″, welches für den ſchein-

baren Abſtand von dem Obſervatorio ungefähr 18000 Meter giebt. An dem Himmel ſtanden eine Menge leichter Wolken, die Sonne war blaſs, der Wind blies ſchwach aus Oſten, das Meer war in Ruhe, das Therometer ſtand auf 12°, das Barometer auf 28″2‴,47 und das Sauſſureſche Hygrometer auf 94°; und die Vor-Dämmerung am Morgen *(l'anti-crepuscule)*, welche ein ſicheres Zeichen groſser Feuchtigkeit iſt, war noch merkbar.

In den Abhandlungen der Pariſer Akademie vom Jahr 1722 wird erzählt „daſs die Berge auf „Corſika, von den Küſten Genuas und der Pro„vence aus geſehn, ſich zu gewiſſen Zeiten in „das Meer zu tauchen ſcheinen.“ Ich habe ſie ſo im Jahr 1778 von den Hieriſchen Inſeln aus geſehn, doch waren ſie ſehr undeutlich.

Welchen groſsen Einfluſs die irdiſche Strahlenbrechung auf das Reſultat geodätiſcher Operationen oder aſtronomiſcher Beobachtungen in kleinern Höhen haben kann, beweiſen meine Beobachtungen der Mittagshöhen des Canopus zu Maltä; es kamen darin Unterſchiede von 5′ vor. Der Stand des Hygrometers ſcheint mir hierbei eben ſo groſsen Einfluſs als der des Thermometers und Barometers zu haben, und das Reſultat läſst ſich vielleicht ſchon allein aus demſelben beſtimmen.

Eine den Seefahrern wohl bekannte Erſcheinung, die ich oft auf dem Obſervatorio zu Malta, und beſonders zu Rouen beobachtet habe, ſcheint mit dieſer in nahem Zuſammenhange zu ſtehn. Die Sonne geht manchmal in einer etwas länglichen Geſtalt auf, die ſich plötzlich in ihrem unteren Theile zuſammenzieht, und ſich unten mit einer geraden Linie endigt, ſo daſs die Sonne einer Urne mit ihrem Fuſsgeſtelle gleicht.

Einige ſinnſtörende *Druckfehler*, welche der Leſer gebeten wird zu verbeſſern, findet er auf S. 313 angegeben.

Noc hbemerke ich hier zu S. 237 und 238, daſs ich, — eingedenk, daſs der Leſer in dieſen Annalen der Phyſik vorzüglich das Allgemein-verſtändliche Phyſikaliſche aus der vortrefflichen Arbeit des Hrn. Biot über die irdiſche Strahlenbrechung er warten werde, — die merkwürdigen Beobachtungen, welche er und die HH. Mathieu und Arago anzuſtellen Gelegenheit gehabt haben, und ſeine Erklärungen der Beobachtungen Anderer, wo ſie in Hrn. Brandes Auszug nur kurz berührt waren, faſt vollſtändig, mit den nöthigen Figuren erläutert, hier nachgetragen habe, ſo daſs der Leſer in dieſer Hinſicht nur wenig vermiſſen wird. Sie verdienten dieſes um ſo mehr, da ſie die genauſten und belehrendſten ſind, welche wir über dieſen Gegenſtand beſitzen. *Gilbert.*